

TANULMÁNYOK

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL

AZ ANKISTRODESMUS-FÉLÉK NAGYMÉRVŰ VARIABILITÁSÁRÓL, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A CSOMÓSZERŰEN KISZÉLESEDŐ (NODOSUS) SEJTEK KÉPZŐDÉSÉRE

Írta: KISS ISTVÁN

I. Bevezetés

A *Chlorococcales* rendbe tartozó *Ankistrodesmus* genus fajai méret és alak szempontjából néha igen jelentős változékonyságot mutatnak, ennek ellenére azonban taxonómiailag e genus mégis eléggé jól körülhatárolható. Ismeretes, hogy az ide tartozó speciestek sejtjei túlnyomórészt jelentősen megnyúltak, tű-, szálla- vagy szilánkszerűek, olykor ívelték és végeik többnyire elhegyesedő. Ezek voltak elsősorban azok a jellemvonások, amelyeknek segítségével az ide tartozó fajokat a közelrokon *Selenastrum* és *Kirchneriella* genus speciestől élesen el lehetett különíteni.

A nemzetség formagazdagságának feltárásában és a faji kör morfológiai kiszélesítésében különösen KORSIKOV vizsgálatai jelentősek. KORSIKOV [12] ugyanis olyan fajokat is leírt, amelyek az előbb említett közelrokon genusok formakörét jelentősen megközelítik. Így pl. az *Ankistrodesmus minutissimus* KORSIK. feltűnően a *Kirchneriella* leggyakoribb alakkörét utánozza. Ugyancsak a *Kirchneriella* alakjára emlékeztetnek leginkább az *Ankistrodesmus subcapitatus* KORSIK. és az *Ankistrodesmus rotundus* KORSIK sejtjei is. Species-összetételét tekintve tehát az *Ankistrodesmus* polimorf genusnak tekinthető, mivel egyes fajai más genusokba tartozó fajok alakját utánozzák. Ugyancsak a polimorf jellegre mutat az a körülmény is, hogy KORSIKOV a REINSCH által korábban leírt *Selenastrum Bibraianum* taxonómiai objektumot ugyancsak ide osztotta be *Ankistrodesmus Bibraianus* (REINSCH) KORSIK. COMB. N. elnevezéssel.

A természetben észlelhető hasonló polimorfizmussal már magam is több esetben találkoztam. Utalhatok pl. a *Kirchneriella lunaris* (KIRCHN.) MOEB. polimorfizmusára, amelyről korábban már röviden megemlékeztem [8]. E faj Szeged környékén 1953-ban egy kisebb tömegprodukción önállóan alakított ki, amelyben a faji típusra jellemző erősen ívelt, patkóalakú sejteket átmenetek kötötték össze a gyengén ívelt, vagy már csaknem kiegyenesedett formákkal. Ez utóbbi sejteket akkoriban *dactylococcoid-formáknak* neveztem, arra a vitára emlékezve, amely CHODAT és ellenfelei között folyt le, s amely végül is a *Scenedesmus* genus polimorf jellegének feltárására vezetett. Az említett Kir-

chneriella faj körében általam észlelt kiegyenesedésre való hajlandóság közel-rokonai vonatkozással az *Ankistrodesmus* felé is mutat. Korántsem állítható azonban, hogy a polimorfizmusnak ez az esete az illető *Kirchneriella*-tenyészet genetikai kevertségének a folyománya lenne. Kiegyenesedésre hajlamos formákat ugyanis már korábban egy másik fajnál, a *Kirchneriella obesa* (W. WEST) SCHMIDLE taxonnál is találtam, mégpedig annak klon-tenyészetében. Az erről szóló közleményemben azt is ismertettem, hogy egyazon klon-származékban a jellegzetes *Kirchneriella* sejtek mellett előfordultak gömb vagy tojás alakú, ún. *chlorelloid*-sejtek, illetve S-alakban görbült sejtek is, mely utóbbiakat *Ankistrodesmus*-jellegű sejteknek neveztem. Ezek nagyon emlékeztettek az *Ankistrodesmus convolutus* alakjára, attól csupán abban különböztek, hogy a sejtek végei nem hegyesedtek ki. Ezeket a vizsgálataimat 1953-ban végeztem. Ugyanebben az évben jelent meg KORSIKOV összefoglaló nagy munkája a *Protococcales*-félékről [12], amelyet azonban még nem ismertem. Ebben új fajként írja le az *Ankistrodesmus minutissimum*-t, amelynek formakörében S-alakban görbült és tompa végű sejteket is bemutat. Ez utóbbiak nagyon hasonlítanak azokhoz az ugyancsak S-alakú és tompa végű sejtekhez, amelyeket én 1953-ban a *Kirchneriella obesa* klon-tenyészetében is megtaláltam. Úgy látszik tehát, hogy a variabilitás mindkét genusban igen tág, illetve hogy a polimorfizmus kétoldalú, azaz nemcsak az *Ankistrodesmus* körében mutatkoznak *Kirchneriella* sejtekre emlékeztető formák, hanem fordítva: a *Kirchneriella* alakkörében is felléphetnek olyan képződmények, amelyek elsősorban mint *Ankistrodesmus*-bélyegek ismeretesek. Még nem tudjuk, hogy ennek mi az oka. Lehetséges, hogy a polimorfizmusnak ez a kölcsönössége a két közelrokon genus képviselőinél a sejt morfogenezisének közelrokon vonásait, illetve bizonyos esetekben a morfogenezis csaknem azonos vonalon való haladását mutatja. E kérdés genetikai és citológiai szempontból egyaránt jelentős lehet. E kölcsönös polimorfizmus ugyanis a sejtépülés mechanizmusának közelrokon vonásait tükrözi.

Az *Ankistrodesmus* fajok jellemvonásai között azonban leginkább az keltette fel a figyelmet, hogy a sejtek közepe olykor jelentősen elszélesedik, s ez a morfológiai jellemvonás olykor igen nagymérvű variabilitást mutat. A sejt középső részének viszonylagos elszélesedését különösen az *Ankistrodesmus falcatus* és az *Ankistrodesmus Braunii* speciesek köztes alakjainál észleltem gyakran, illetve három ízben igen nagy mértékben. Az elszélesedés gyakran határozott csomószerű dudor formáját öltötte, ezért ezeket a formákat *csomós* vagy *nodosus* *Ankistrodesmus*-oknak neveztem. Mielőtt azonban e vizsgálataimról szólnék, röviden át kell tekinteni az elszélesedés jellegére vonatkozó vizsgálatok történetét.

II. Az *Ankistrodesmus* fajok variabilitására vonatkozó vizsgálatok története

Az *Ankistrodesmus* sejt középső részén bekövetkező elszélesedést már nemcsak taxonómiai szempontból értékelték, hanem genetikailag is. A kiszélesedés, illetve a csomóképzés kísérleti-genetikai szempontból való vizsgálata azért is fontos volt, mert ezt a jellegzetes korábban nemcsak új fajok, hanem új genus megkülönböztetésére is felhasználták.

BRUNNTHALER [1] munkája három olyan speciést említ, amelyeknél a sejt középső részére a viszonylagosan jelentős elszélesedés jellemző. E fajok a következők:

a) *Ankistrodesmus nitzschoides* G. S. WEST. — E faj sejtjei középső részükön orsó-szerűen kiszélesednek, majd hosszú és vékony fonálszerű részben folytatódnak, melyek csúcsukon ellentétes irányban hajlanak. Ritka objektum lehet; BRUNNTHALER munkája csak tanganyikái előfordulását említi.

b) *Ankistrodesmus Vireti* (CHODAT) BRUNNTH. — E fajnál a sejtek a középső részen háromszög alakban szélesednek ki. Ugyancsak ritka szervezet; Svájból írták le, ahol tömeg-produkciójával zöld hőszíneződést okozott.

c) *Ankistrodesmus setigerus* (SCHRÖD.) G. S. WEST. — Ezt az objektumot SCHRÖDER először *Reinschiella setigerum* néven írta le, amelyet azonban LEMMERMANN *Schroederia setigera* elnevezésre változtatott. Ez utóbbi elnevezés vert gyökeret az irodalomban, mégpedig azért, mert REVERDIN [18] 1919-ben a Genfi-tóból egy új speciést, a *Schroederia lanceolata*-t csatolta hozzá. E két fajnál az elszélesedés csak viszonylagos, azaz a sejtek csúcsaik felé mindinkább tűszerűen kihúzóttak. A *Schroederia lanceolata* hazánkban is előfordult; HORTOBÁGYI [4] a Balatonból említi. Ennél a sejt középső része rövid és viszonylag igen széles. REVERDIN egyébként a *Schroederia* genusba a következő fajokat, illetve rendszertani objektumokat sorolta:

1. *Schroederia setigera* LEMM. (*Ankistrodesmus setigerus* G. S. WEST, *Reinschiella? setigera* SCHRÖDER),
2. *Schroederia setigera* fa minor (G. S. WEST) REV. (*Ankistrodesmus setigerus* fa minor G. S. WEST),
3. *Schroederia nitzschoides* (G. S. WEST) REV. (*Ankistrodesmus nitzschoides* G. S. WEST),
4. *Schroederia lanceolata* REV.
5. *Schroederia lata* (WOŁOSZ.) REV. (*Raphidium polymorphum* var. *latum* WOŁOSZ.).

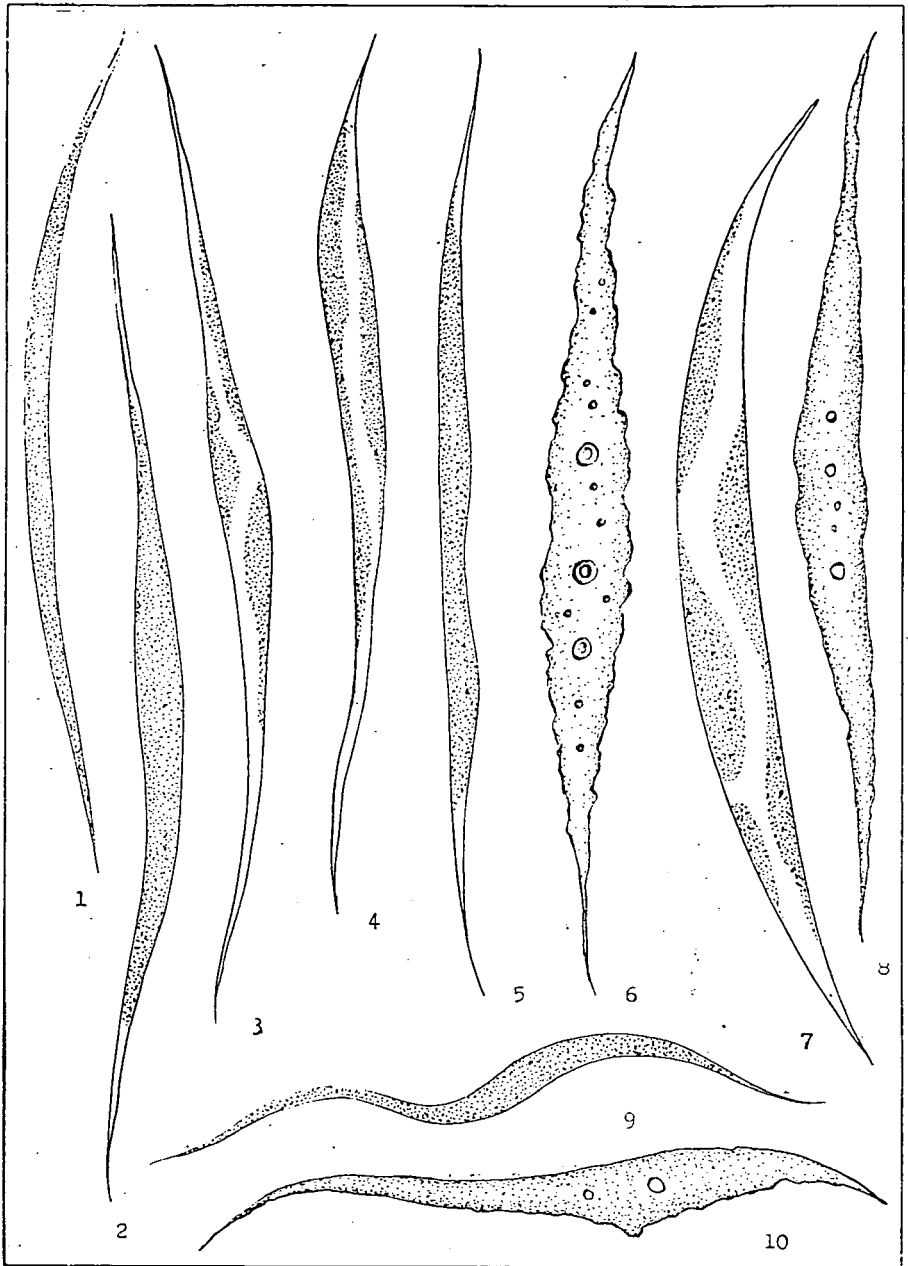
Tenyéskísérletekkel, illetve genetikailag eddig csak az *Ankistrodesmus Braunii* és az *Ankistrodesmus falcatus* fajok polimorfizmusát vizsgálták. A CHODAT és MALINESCO által megkezdett kutatásokra VISCHER [19] részletes elemzése következett, amely a különböző fejlődési állapotok feltárására irányult. VISCHER szerint a tenyésztés során fellépő variabilitás sejtosztódásbeli gátoltság-eredményének tekintendő, amelyet ő a hexózék hatására vezetett vissza. OETLI [15] úgy találta, hogy a variabilitás csupán modifikációs jellegű. Mc MILLAN [14] szerint az *Ankistrodesmus* szerves táptalajon állandóan mutatja az alakbeli variabilitást. Ennek során szerint olyan sejtek is keletkeznek, amelyek a rendszertan *Chlorococcales* rendjébe tartozó fajok morfológiáját utánozzák, vagyis azoknak mint „phaenocopiái” szerepelnek. A sejt középső részének jelentős kiszélesedését ő is észlelte, s azt „egyenlítői nagy duzzanat” kifejezéssel jelölte. Ezt a jelenséget a sejt fejlődésének bizonyos fázisában fellépő magas ozmotikus nyomás hatásának tulajdonítja, mely utóbbi citokinetikus gátlást idéz elő. A polimorfizmus magyarázására a rekombináció lehetőségét is felveti, amely viszont csakis valamilyen rejtett ivaros folyamat feltételezésével képzelhető el. A vizsgálatok során megemlítendőek végül KELLNER [10] kutatásai, amelyek az *Ankistrodesmus Braunii* Rb- és Cu-vegyületekhez való adaptációjára vonatkoznak.

III. Az *Ankistrodesmus* variabilitására vonatkozó saját vizsgálatok

Az *Ankistrodesmus* sejtek nodus-képzésre való hajlandóságát saját vizsgálataim során nemcsak mesterséges, hanem természetes környezetben is észleltem. A nodus-képzésnek még csak a nyomai voltak felismerhetők abban a biosestonban, amelyet az ún. gyopárosi Kerek-tóból 1934. szept. 29-én vettem. Az ebben előforduló *Ankistrodesmus falcatus* sejtjei leginkább a var. *tumidus* alakját utánozták, azaz egyszerűen ívelődtek, s homorú oldalukon kissé kidomborodtak. Ezek között voltak olyanok is, amelyek e homorú oldalon való kidomborodással szemben is mutattak igen kis mértékű elszélesedést. Az erről készített illusztrációim a második világháború során elpusztultak.

A nodus képződésének jelenségét a továbbiak során három alkalommal igen jelentős mértékűnek találtam. Mindhárom eset különböző időben és helyen következett be, éspedig: 1. „Harangoskút” (elszikesedett ér, egykori Maros-ág a

I. tábla



Békés megyei Pusztaföldvár község határában), 1938. okt. 3, 2. szőkealmi Sós-tavak, 1938. nov. 20., 3. orosházi Malom-tó, 1952. jan. 12-től febr. 5. A Harangoskút és a Sós-tavak egyaránt szikes biotopok, s bennük a csomóképzésre hajlamos *Ankistrodesmus*-félék mint szórványos planktonalkotók fordultak elő. A malom-tavi előfordulás azonban vízvirágzáshoz kapcsolódott, s ezért viszonylag nagy tömegben és huzamosabb időn át vizsgálhattam. Ennek a biotopnak a vize is lúgos jellegű. A harangoskúti és a sóstói előfordulást már korábban megemlítettem [6], a jelenség részletesebb leírására azonban csak most kerül sor. A nodosus *Ankistrodesmus*-félék természetes biosestonban való előfordulása részemre mindhárom esetben élményszerű volt, s a variabilitás természetének későbbi vizsgálata különösen sok tanulságot hozott. Ezek alapján úgy látom, hogy a termőhelyi és a kísérletes genetikai vizsgálatok szintézisével vetődhetnek csak fel olyan mikroevolúciós problémák, amelyek alkalmasak arra, hogy segítsenek áthidalni azt a szakadékot, amely a leíró rendszertant az experimentálisan elemző genetikai irányzattól ma még meglehetősen elválasztja. Ezek során arra a megállapításra jutottam, hogy a morfológiai bélyegek rendszertani értékének megállapítása a kísérletes elemző munka nélkül nem lehetséges. Ebben a munkámban a három termőhelyen észlelt nodosus-jelleg morfológiai körülhatárolásáról, majd rövid kísérletes kiértékeléséről lesz szó.

A morfológiai variabilitást elsősorban a Harangoskút és a Sóstó biosestonjában észleltek alapján vizsgáljuk. Az I. tábla 1—5. és 9. képei az *Ankistrodesmus falcatus* alakkörébe tartozó sejteket ábrázolnak. Az 1. kép típusos sejtalakot tüntet fel egyszerű íveléssel, a 9. képen pedig ugyancsak típusos, de S-alakban görbült sejt látható. A 2. kép már az *Ankistrodesmus falcatus* var. *tumidus* alkatára emlékeztet, mert a sejt a homorú oldalon kissé kidomborodik. Ehhez hasonló sejtet mutat be a 3. kép is, de itt már a domború oldalon is látható egy kis kiszélesedés. A sóstavi biosestonban csak ezt az egyetlen példányt találtam. Nagyjából ilyenek voltak azok a példányok is, amelyeket 1934-ben találtam. A 4. képen egy még *falcatus*-jellegű sejt látható, amelynek azonban az egyik pólusa felé jelentős kiszélesedés mutatkozik. Az 5. kép az *Ankistrodesmus falcatus* formakörében ugyancsak ritka objektumot ábrázol: a sejt homorú oldalán — nagyjából szimmetrikusan — kettős kismérvű kidomborodás mutatkozik. A 10. kép olyan aszimmetrikusan fejlődő sejtről készült, mint amilyen a 4. képen látható, csak utóbbinál az elszélesedés ki is csúcsosodik.

Az I. tábla 6—8. és a II. tábla 1—4. képei nem azonosíthatók az *Ankistrodesmus falcatus*-szal. Feltétlenül átmeneti jellegűek, amelyek az *Ankistrodesmus falcatus* és az *Ankistrodesmus Braunii* között állnak. A 6. kép előregedett sejtről készült, amelynél az oldalak zeg-zugos lefutása az ozmotikus egyensúly fel-

I. tábla

1. Az *Ankistrodesmus falcatus* egyszerű ívelésű sejtje 2000 : 1; 2. Az *Ankistrodesmus falcatus* var. *tumidus* alkatára emlékeztető sejt 2000 : 1; 3. Előbbihez hasonló sejt, amely azonban már a domború oldalon is kidomborodik 2000 : 1; 4. *Ankistrodesmus falcatus* jellegeit mutató sejt, amely egyik pólusa felé elszélesedett 2000 : 1; 5. *Ankistrodesmus falcatus*-jellegű sejt, amely azonban a homorú oldalán szimmetrikusan két enyhe kidomborodást mutat 2000 : 1; 6. Az *Ankistrodesmus falcatus* és *A. Braunii* között álló előregedett sejt 1300 : 1; 7. Az *Ankistrodesmus falcatus* és *A. Braunii* között álló sejt 1300 : 1; 8. Előregedő sejt, alkatában közelebb áll az *Ankistrodesmus falcatus*-hoz 1300 : 1; 9. Típusos *Ankistrodesmus falcatus*, S-alakú íveléssel 1300 : 1; 10. A 4. képhez hasonló aszimmetrikusan fejlődő sejt, de elszélesedése kicsúcsosodó 1300 : 1.

borulására mutat. Sajátságos, hogy az ilyen sejteknél többnyire több pirenoidot is lehetett észlelni. A 7. kép átmeneti jellegű ívelt sejtet ábrázol. A 8. kép a 6. képen látottakra emlékeztet; ez is öregedésben levő sejt, alkatára nézve azonban közelebb áll az *Ankistrodesmus falcatus*hoz. A II. tábla 1. képen bemutatott objektum viszont inkább az *Ankistrodesmus Braunii*hoz áll közelebb. A II. tábla 2. képe megnyúlt átmeneti sejtet szemléltet, amely szabálytalan osztódásban van.

A *nodosus*-jelleg morfológiai levezetése szempontjából különös jelentőségű az, ami a II. tábla 3. képen szemléltethető. Az egyszerűen ívelt sejt csak középen széles, végei felé fokozatosan elvékonyodó, az *Ankistrodesmus falcatus* jellegére emlékeztetve. A középső kiszélesedés nagyobb mérvű a domború oldalon, mint a homorún. Előttünk áll egy hosszú csomóval rendelkező sejt. Olyan tendenciát láthatunk, mint az I. tábla 3. képen ábrázolt sejt esetében, csak már lényegesen nagyobb mértékben. A hosszú nodus domború oldala plazmahíányosnak mutatkozott. E jelenséget többször észleltem, s azt találtam, hogy általában egyszerű fragmentációra vezethető vissza. A plazmafragmentumok alighanem autospóra-jellegű képletek. A 4. kép ugyancsak ilyen fragmentációs plazmahíányos sejtet mutat be, amelynél azonban a *nodosus*-jelleg hiányzik.

A II. tábla 5. képétől kezdve kivétel nélkül *nodosus*-jellegű sejtek következnek. Az 5. kép csaknem azonos a 3. képen látottakkal. A sejt előregedett, hosszan *nodosus*-jellegű, s az *Ankistrodesmus*-félékre jellemző harántosztódást mutatja. A 6. képen látottak leginkább az *Ankistrodesmus Braunii* jellegeire emlékeztetnek. Az elszélesedés mérsékelt és kissé ívelt is itt a sejt. A középtájon az első harántosztódás egyenlőtlenül ment végbe, majd hosszanti irányba ment át. A sejt végei felé már a másodlagos osztódások is megjelentek.

A következő sejtípusoknál a *nodosus*-jelleg már határozott, ezért leírásuk a nóduszok száma szerint következik. Megkülönböztethetők:

1. Egycsomós vagy mononodosus,
2. Kétcsomós vagy dinodosus, és
3. Három vagy több csomóval rendelkező, tri-, illetve polinodosus típusok.

1. *Mononodosus* sejtípusok.

Az egyetlen nódusz kialakulásának mértéke igen variálós, alakja szabályos és szabálytalan. A II. tábla 7. és 8. képeinek objektumai a Harangoskút bioszesztonjából valók. A nóduszuk már fejlett, de szabálytalan alakú. A 7. képen látható, hogy a sejt hosszanti és harántirányú tagolódásokkal autospórákra kezdett darabolódni, a 8. képen ábrázolt sejtnél viszont ferdeirányú osztódás következett be. A III. tábla 1—3. képei a Sós-tavakból gyűjtött bioszeszton szabályo-

II. tábla

1. Átmeneti jellegű, de inkább az *Ankistrodesmus Braunii*hoz közelebb álló sejt 1300 : 1; 2. Megnyúltabb átmeneti jellegű sejt, szabálytalan osztódással 1300 : 1; 3. Középen hosszú csomószerűen elszélesedő sejt, amely vékony nyúlványaival az *Ankistrodesmus falcatus*ra emlékeztet. A domború oldali nódusz fragmentációs plazmahíányt mutatott 1300 : 1; 4. Előbbihez hasonlóan plazmahíányos sejt, de *nodosus*-jelleg nélkül 1300 : 1; 5. A 3. képhez hasonló osztódásban levő sejt, amely azonban már az előregedés jeleit is mutatja 1300 : 1; 6. Az *Ankistrodesmus Braunii* jellegét mutató sejt, amelynek első harántosztódása a sejtet két egyenlőtlen részre tagolta 1300 : 1; 7—8. Szabálytalan nódusszal rendelkező sejtek, utóbbi harántosztódásban volt 1300 : 1.

II. tábla



san fejlett csomójú mononodosus sejtjeit ábrázolják. Az 1. képen típusos harántosztódás látható. A két utódfél azonban nem volt teljesen egyforma méretű. A sejt 110 μ -nyi összhosszúságából a felső sejtutód kb. 60 μ -nyi darabot, az alsó utód pedig csak 50 μ hosszú részletet kapott. A 2. képen fejlett és szabályos nódusszal rendelkező sejt látható, amelynél a nódusz több harántirányú „behasadással” kezd autospórákra darabolódni. Feltűnő, hogy a „felső” nyúlványi részben egy, az alsóban két harántosztódás következett be. Ha ennek magyarázatát is keressük, akkor az esetleges méretbeli különbségekből kell kiindulnunk. Valóban, itt is azt látjuk, hogy a középtől a pólusok felé eső felek nem teljesen azonos méretűek. A felső fél mérete 48 μ , s ennek nyúlványi részén még csak egy harántosztódás van, az alsó fél hossza viszont 53 μ , s ennek a nyúlványi szakaszán már két harántosztódás jelent meg. Ha a nóduszt nézzük ilyen szempontból, hasonlóan azonos értelmű különbséget láthatunk. A nódusz baloldalán levő befűződés (amely egyben megfelel a sejt fiatal állapotában a plasztisz centrális befűződésének is) a sejt középvonalát mutatja. A nódusz jobboldalán e középső harántvonalától fölfelé csak egy, lefelé pedig két „behasadás” van. Mindebből arra lehet következtetni, hogy ez a sejt is egyenlőtlenül fejlesztette ki plazmaszerkezetét, nyilván kezdeti egyenlőtlen kétoldalasság vagy kétcsúcsúság miatt. A 3. képen a nódusz még fejlettebbnek látszik, s a plazma, legfőképpen pedig a plasztisz állománya, kerekded vagy szabálytalan sokszögletű autospóra-szerű képletekre darabolódott. E sejtnek a nyúlványi rész már valamivel vastagabb volt, s így ez a sejt az *Ankistrodesmus Braunii* típusához inkább közelebb állott.

A III. tábla 4—8. és a IV. tábla 1. képei a Harangos-ér planktonjából valók. Ezek az előbbieknél már valamivel kisebbek, nem érik el a 100 μ -os hosszúságot. Mindegyike szabályos és jelentősen fejlett nódusszal rendelkezik. A 4—6. és 8. képek viszonylag vékony nyúlványú sejteket ábrázolnak, amelyek tehát az *Ankistrodesmus falcatus*hoz állanak közelebb. A többiek (különösen a 7. képen látható objektum) szélesebb nyúlványokkal rendelkeznek, azaz inkább az *Ankistrodesmus Braunii* jellegeit mutatják. A 6. és 8. kép sejtjeinél a plasztisz centrális „beróvottsága” jól látható. A többi említett sejtnek a plazma hosszanti és harántirányú osztódással autospórákra kezd darabolódni.

A IV. tábla 2—8. képein látható egyedek mononodosus-jellegűek, s egyéni sajátágaikkal hívták fel magukra a figyelmet. A 2—3. képek sejtjei a Sóstó planktonjából származnak, s nóduszuk egyoldalasan kicsúcsosodó. A 2. képen ezen kívül még az egyenlőtlen sejtosztódás is szembeötlő. A sejt felső utódfele nemcsak rövidebb, hanem keskenyebb nyúlvánnyal is rendelkezik. A 4., valamint a 7—8. képeken a rövid és széles nóduszokon harántosztódás látható. Az osztódások a sejteket nem teljesen egyenlő méretű és szerkezetű utódsejtekre tagolják. A 4. sejtnek a nyúlványok már szinte fonálszerű vé-

III. tábla

1. Mononodosus jellegűnek tekinthető sejt, közepén harántosztódással, amely a sejtet két egyenlőtlen félre tagolta 1300 : 1; 2. Mononodosus sejt, szabályos csomóval, amely autospórákra kezd „hasadozni” 1300 : 1; 3. Igen fejlett mononodosus sejt, amely vastag nyúlványai-
val inkább az *Ankistrodesmus Braunii*hoz állott közelebb. Plazmája kerekded vagy sokszögletű autospórákra tagolódott 1300 : 1; 4—6., 8. Fejlett csomójú és vékony nyúlványokkal rendelkező sejtek 1300 : 1; 7. Szélesebb nyúlványú mononodosus sejt, amely inkább az *Ankistrodesmus Braunii*ra emlékeztet 1300 : 1.

III. tábla



konyságúak, s e tekintetben az *Ankistrodesmus falcatus* var. *acicularis* jellegéhez közelítenek. Persze a nódusz miatt *acicularis*-variációnak nem determinálható. Talán az osztódás során bekövetkező eltolódás következménye lehet az, hogy e Harangoskútból származó sejteknél a nóduszok nagyjából négyszögletesek. Az 5. kép a középső részén hosszan kiszélesedő sejtet mutat be, amelynél a középtájon levő összeszűkülés a harántos osztódás következménye. Az osztódás ez esetben is egyenlőtlennek mutatkozott: a felső utódfél nemcsak hosszabb nyúlványú, hanem nagyobb plazmatömeget is kapott. Ez is a Harangos-érből származik, amelynek bioszesztonjában még több hasonló sejtet észleltem. A 6. képen ábrázolt sejt a Sóstó planktonjából való, s rendkívül fejlett nódusza mellett még erősen egyenlőtlen fejlődésével is kitűnik. A kb. 100 μ hosszú sejt felső felére 58 μ jut, s nyúlványa vastagabb is, mint az alsó sejtfele. Plazmaszerkezetét az jellemezte, hogy a hosszanti és harántos tagolódásokkal autospórákra darabolódó plazmatömeg, elsősorban a plasztisz állománya, tovább darabolódott 1—1,5 μ átmérőjű és többnyire gömb alakú testcskékre. Ezt a hyperfragmentációs jelenséget mindig előregedő tenyészetekben tapasztaltam.

2. *Dinodosus* sejtípusok.

A IV. tábla 9., valamint az V. tábla 2—8. képei mutatják be ezt a típust. Mindenekelőtt meg kell jegyeznünk, hogy a nóduszok száma szerinti elhatárolás gyakran igen körülményes volt, mert a pontos elkülönítés szinte nem is lehetséges. Nódusznak tekintettem a kisméretű kidudorodást is, ha az mind a két oldalon mutatkozott. A kétoldalas kidudorodás ugyanis már annak a jele, hogy ott a plazma a nóduszképzésre határozott tendenciát mutat. Mindenesetre a mononodosus és a dinodosus sejtípus között nehezebb volt a határt megvonni, mint a mononodosus és a nódusz nélküli típus között.

A dinodosus sejtekre általában a következők jellemzők:

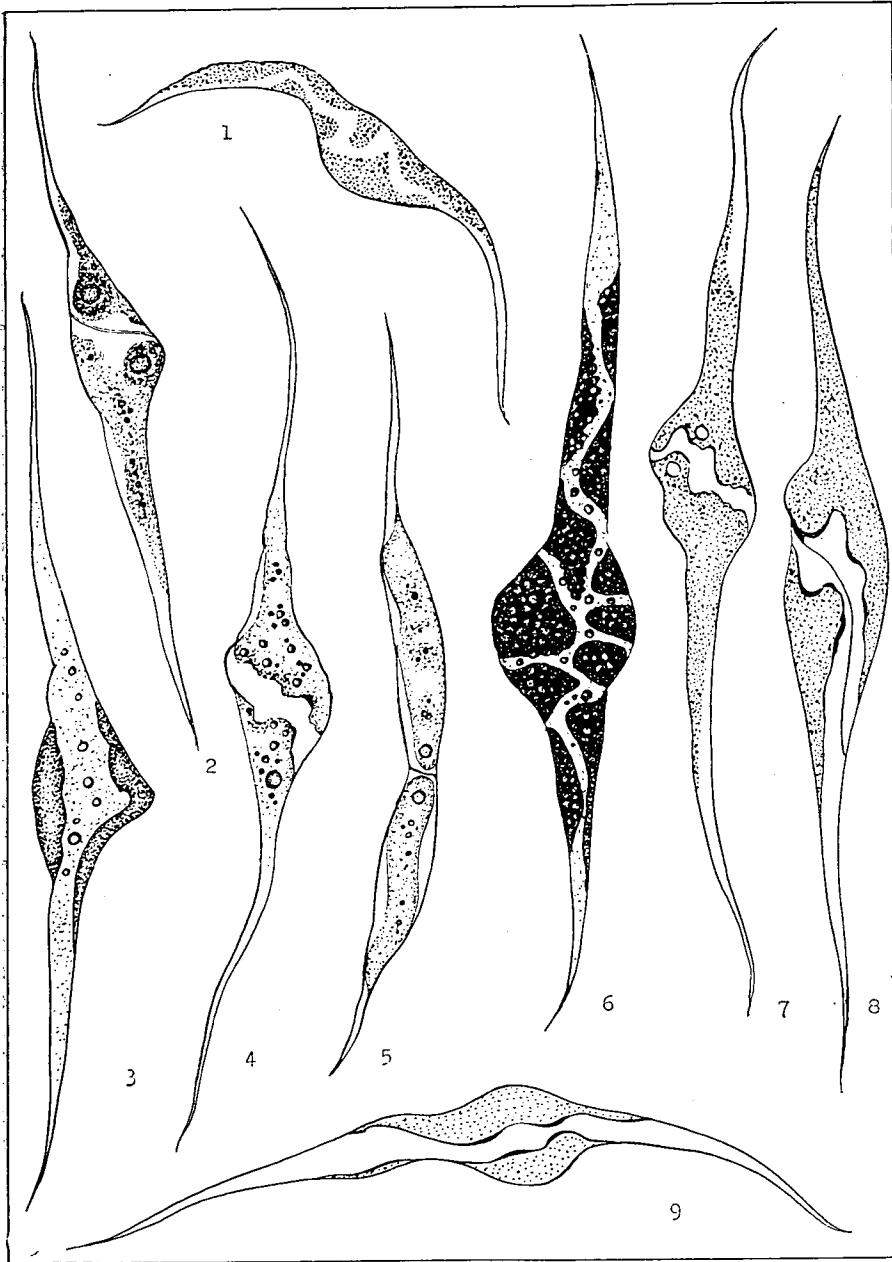
a) Az egyik nódusz rendszerint nagyobb a másiknál. Megfigyeléseim szerint a nagyobbik nódusz korábban is fejlődik ki.

b) A két nódusz a legtöbb esetben egymáshoz eléggé közel fejlődik ki úgy, hogy együttesen a sejt közepetáját foglalják el. Néha azonban a nódusz-pár az egyik pólus felé tolódik el.

c) Az a körülmény, hogy a nódusz-pár a legtöbb esetben a sejt közepetáján alakul ki, s hogy a nóduszok közül az egyik korábban keletkezik, szinte szükségszerűen magával hozza, hogy a nagyobbik nódusz a legtöbb esetben a sejt egyik pólusa felé tolódottan jelenik meg. Ez egyben megmagyarázza azt is, hogy a mononodosus sejtek között miért oly gyakori az aszimmetrikus sejt, s miért ritka az aszimmetria (azaz az egyik pólus felé való eltolódás) a dinodosus sejtek között. Azért, mert a mononodosus és aszimmetrikus sejt később egy újabb és kisebb nóduszt is fejleszt, azaz dinodosus-típusúvá válik, s ezzel a korábbi eltolódás megszűnik, vagy legalábbis jelentősen mérséklődik.

A IV. tábla 9., és az V. tábla 2. képen ábrázolt sejtek az előbb elmondottakat eléggé szemléltetik. Az előbbi sejt a Harangos-érből, az utóbbi pedig a Sóstóból származik. A 3. sejt ugyancsak a Sóstó planktonjából való. Felső nódusza nagyobb, az alsó lényegesen kisebb. Ezeken kívül a pólusok felé még 1—1 egyoldalas gyenge kidudorodás mutatkozott, de ezeket — éppen egyoldalasságuk miatt — nóduszoknak már nem tekintettem. A 4. képen látható

IV. tábla



1. Mononodosus kisebb sejt, egyik nyúlványa vastagabb 1300 : 1; 2—3. Kicsúcsosodó nádusszal bíró sejtek 1300 : 1; 4., 7—8. Szögletes nádusokkal rendelkező sejtek, harántosztódással 1300 : 1; 5. Középen hosszan kiszélesedő sejt, amely harántosztódással két egyenlőtlen utódsejtre tagolódik 1300 : 1; 6. Rendkívül fejlett nádusszal rendelkező aszimmetrikus sejt 1300 : 1; 9. Dinodosus-jellegű sejt, amelynek egyik csomója fejlettebb 1300 : 1.

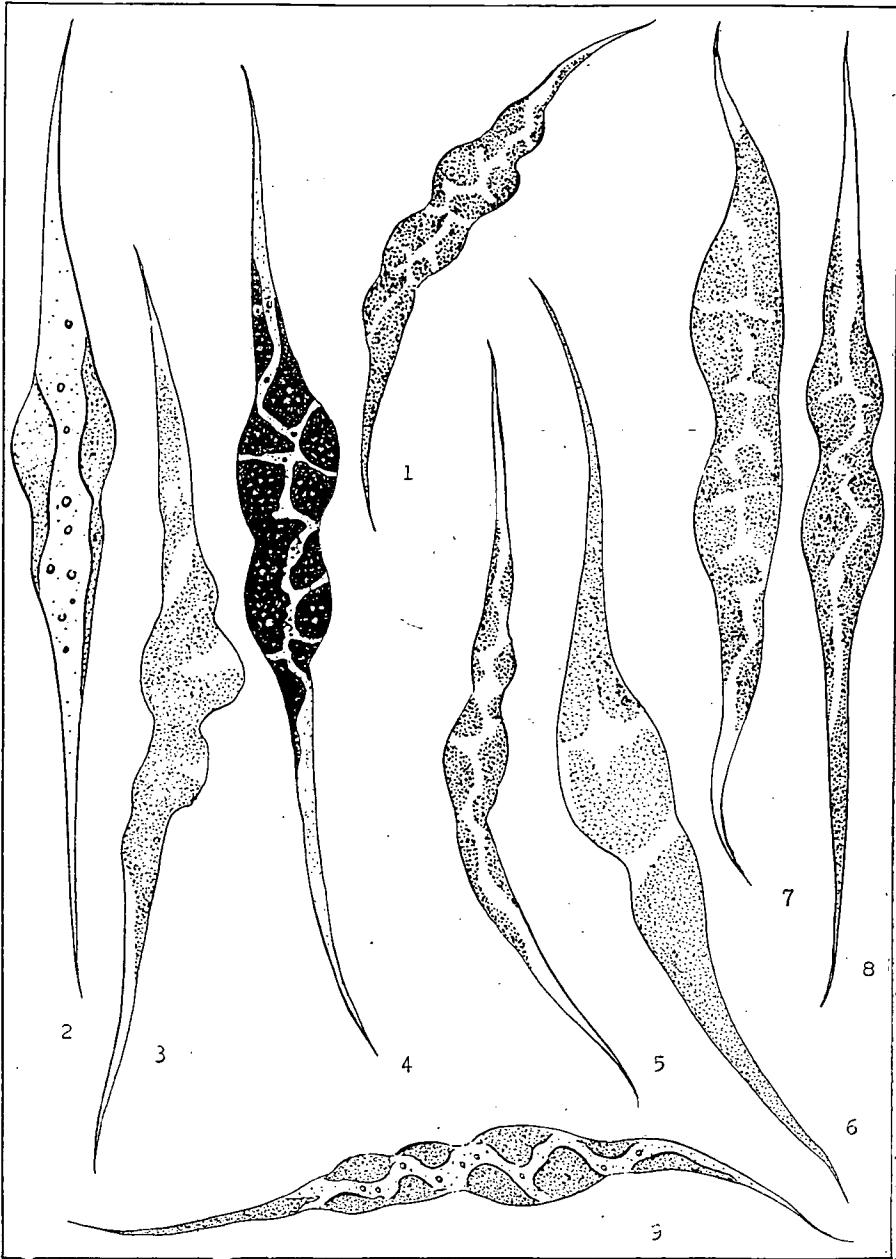
sejt ugyancsak a Sóstó egyik előregedett nyerstenyészetéből való, s hasonlóan a IV. tábla 6. képen látottakhoz: szintén hyperfragmentációs szétesésben van. A két nódusza kissé a felső pólus felé tolódottan alakult ki. Vagyis: a sejt morfogenezise az első nóduszt ugyanolyan nagymértékű aszimmetriával hozta létre, mint azt már a IV. tábla 6. számú objektumánál láttuk. Az V. tábla 5. és 8. képein látható sejtek a Harangos-ér planktonjából származnak. Ezekre is vonatkoznak az előbb elmondottak. Plazmaanyaguk zezugos vonalú tagolódással feldarabolódóban van. A 6. és 7. képek a Sóstóból származó két dinódusz sejtet mutatnak be. Az előbbinél a nóduszok fejlettségi foka nagyon különböző, az utóbbinál a különbség lényegesen mérséklődött, de a felső csomó még mindig jól láthatóan nagyobb. Ez utóbbi sejtnél az is feltűnik — ritka kivételként —, hogy a nóduszok egymástól jelentős távolságban fejlődtek. Egyébként mindkét sejt viszonylag igen széles.

3. *Tri-, illetve polinodosus sejt típusok.*

A tri- és polinodosus sejteknek a dinodosus típustól való elkülönítése még nehezebb, mint a kétsomosnak az egycsomóstól való elválasztása. A nóduszok számának a növekedésével ugyanis mind nehezebbé válik a „csomót“ a sejt még szélesnek mutatózó, de valójában még csomónélküli részétől elkülöníteni. Ez a nehézség már kezdetben arra készítetett, hogy a nodosus-jelleg eldöntésénél ne csupán csak az elszélesedést vegyem tekintetbe, hanem a plazma viselkedését is. Általánosan tapasztalható, hogy a nóduszokban hosszanti és harántirányú tagolódások révén autospórák keletkeznek, azaz a nóduszokban élénk sejtosztódási tevékenység folyik. Ilyen belső tagolódás viszont a sejt egyes helyein a kimondott elszélesedés nélkül is észlelhető. Ezeken a helyeken tehát a feldarabolódási funkció megelőzi a csomó látható morfológiai kialakulását, illetve: a látható csomó képződése néha elmarad, s helyette belső feldarabolódási góc jelenik meg. A sejt morfogenezisének aprólékosabb elemzésekor ezeket a tevékenységi gócot is figyelembe vettem, s ennek alapján *polinodosus* vagy *policentrikus* sejtek is megkülönböztethetők voltak.

A tri- és polinodosus sejtek kategóriáját az V. tábla 1. és 9., valamint a VI. tábla 1—7. képei illusztrálják. Az V. tábla 1. képen egy polinodosus sejt látható, amelynek közepén két fejlett, s azokon kívül a csúcsok felé még 1—1 fejletlenebb nódusz van. Ezt a négycsomos (tetranodosus) sejtet találtam meg először a Harangos-ér bioszesztonjában 1938-ban. A mindössze 62 μ hosszú sejt nyúlványai rövidek, s a sejt viszonylag nagy, elszélesedő középső részét a négy tevékenységi góc alkotja. A sejt legalsó csomója a legfejletlenebb, s ebben csupán egy hosszanti tagolódási vonal látható. Az V. tábla 9. képe egy trinodosus sejtet ábrázol. Ugyancsak a Harangos-ér bioszesztonjából származik. Legnagyobb nódusza a sejt egyik pólusa felé tolódott, amely mellett (a másik pólus felé) még két kisebb csomó is kialakult. Ennél is az autospórákra való feldarabolódás volt észlelhető.

A VI. tábla 1—3. képei a Sóstó bioszesztonjából egymástól egészen eltérő trinodosus sejteket ábrázolnak. Az 1. kép által bemutatott sejt csomói hosszúak és viszonylag keskenyek. A középső nóduszban két, a szélsőkben 1—1 autospóra keletkezett. A viszonylag keskeny csomókban tehát a sejtosztódási tevékenység sem volt élénk. A 2. képen három szabályosan kerekded csomóval ellátott sejt szemlélhető. A középső csomó mutatkozott a legfejlettebbnek. E csomó kissé a sejt alsó pólusa felé tolódottan alakult ki. Utána a felső nódusz, majd



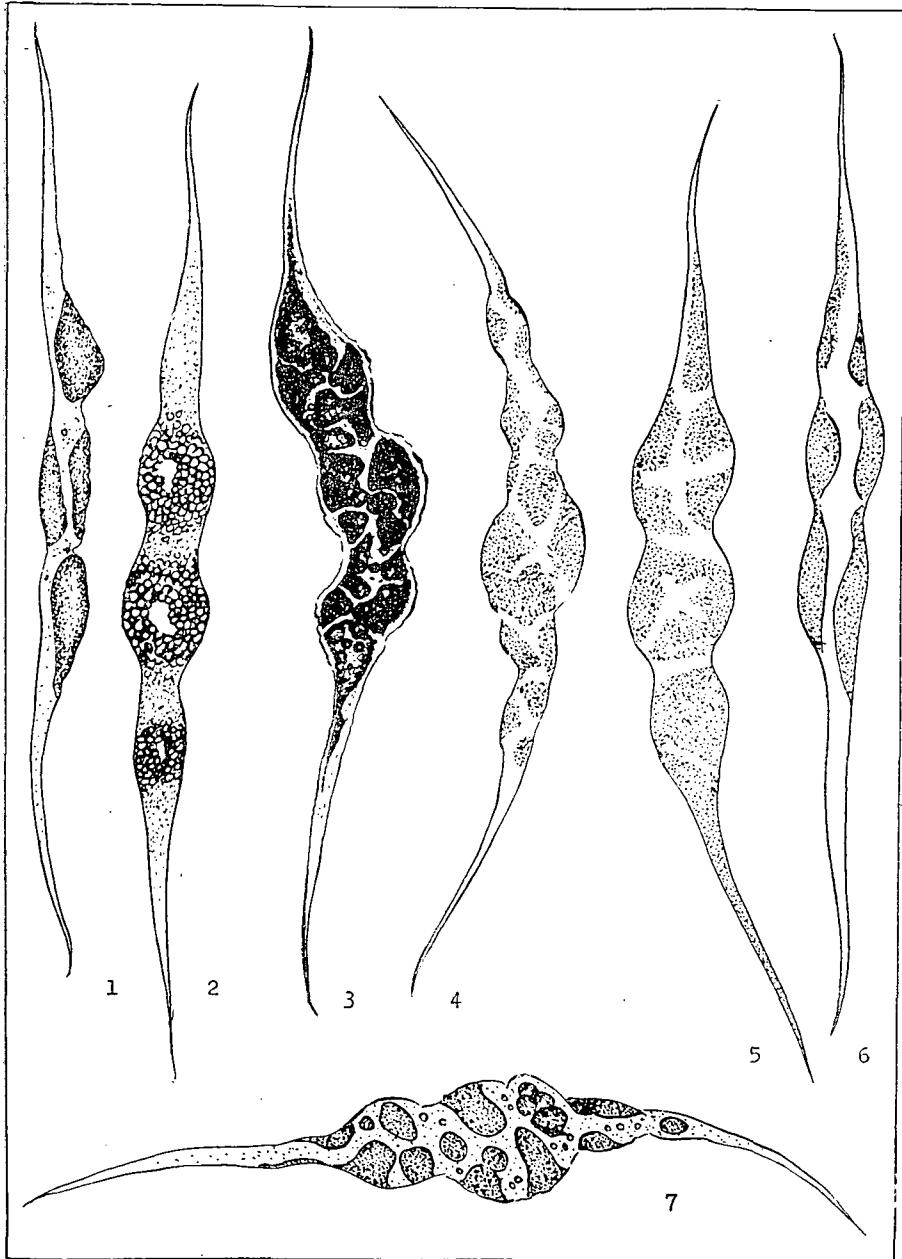
1. Tetranodosus sejt, amelynek két középső csomója fejlettebb 1300 : 1; 2. Dinodosus sejt, amelynél az egyik csomó jóval fejlettebb 1300 : 1; 3. Dinodosus sejt egyenlőtlenül fejlett csomókkal, amelyeken kívül még egy-egy kidudorodás is jelentkezett 1300 : 1; 4. Dinodosus sejt; nóduszaiban autospórák, amelyek hyperfragmentációsán szétesnek 1300 : 1; 5—6., 8. Dinodosus sejtek, egyenlőtlenül fejlett csomókkal 1300 : 1; 7. Dinodosus-jellegű széles sejt, amelynek nódusai egymástól távol helyezkednek el 1300 : 1; 9. Trinodosus sejt 1300 : 1.

legvégül az alsó, még fejletlen csomó alakult ki. Sajátságos, hogy a nóduszok belsejében egy-egy világos folt volt látható. Ezek talán a szétdarabolódási vonalak kezdeményei voltak, mert a vessző formáját utánozva haladtak egy ideig. További kialakulásuknak valami gátat vetett, nyilván az a tényező, amely meggátolta a csomók plazmaanyagának a megszokott autospórákra való darabolódását. Autospórák képzése helyett a csomók plazmája hyperfragmentumszerű granulomokra esett szét. A granulomok átmérője többnyire egy μ -nál kisebbnek mutatkozott. E feldarabolódás kizárólag csak a nóduszokban jelentkezett. A 3. kép hatalmasan fejlett csomókkal rendelkező előregeedett sejtet ábrázol. A nóduszok plazmaanyaga a legkülönbözőbb méretű és alakú autospórákra osztódik. E folyamattal egyidőben maguk az autospórák is további feldarabolódáson, illetve granulálódáson mentek keresztül. A VI. tábla 5—7. képein bemutatott sejtek a Harangos-ér planktonjából származnak. Az 5. képen látható sejt középső és felső nódusza igen fejlett; a középső csomónál a sejt szélessége eléri a 11 μ -t. A sejt egyébként is nagy, hosszúsága 100 μ . Az igen fejlett csomókkal szemben a sejt nyúlványai igen vékonyak, s így a nóduszok képződése nélkül a sejt inkább az *Ankistrodesmus falcatus* jellegeit mutatta volna. Az alsó csomó még fejletlen, benne csupán egyetlen harántos osztódási vonal alakult ki. A 6. kép viszonylag keskeny nóduszokkal rendelkező objektumot szemléltet, amelynél viszont a nyúlványok viszonylag szélesek voltak. Ezért ez a sejt a nóduszok nélkül az *Ankistrodesmus Braunii* és az *Ank. falcatus* között állónak mutatkozott volna. A legfelső nódusz itt is fejletlen. A 7. kép sejtje három nagyon különböző mértékű nóduszt fejlesztett. A középső nódusz volt a legfejlettebb; ennél a sejt szélessége 12,5 μ -nak mutatkozott! Ez volt a legnagyobb szélességi méret egész vizsgálataim folyamán. Ez a sejt azonban alighanem pusztulóban volt, mert belsejében a plazma, elsősorban a plasztisz anyaga, a szétesés jeleit mutatta.

Végül a VI. tábla 4. képen bemutatott sejt ötcsomosnak (pentanodosus) mutatkozott. A nóduszok közül azonban csak a középső volt a valóban fejlett, ahol a sejt szélessége elérte a 10 μ -t. Itt mutatkozott legnagyobb mértékűnek az autospórákra való tagolódás. A sejt nyúlványai viszonylag vékonyak, így a sejt a nóduszok nélkül az *Ankistrodesmus falcatus* jellegeit mutatná.

A morfológiai variabilitás szempontjából az 1952-ben Orosházán talált *Ankistrodesmus* sejtek sem maradtak el az előbbieik mögött. A VII. tábla 1. és 2. mikrofényképei a Malom-tó 1952. jan. 12-én gyűjtött bioszesztonjából készültek. Az 1. mikrofénykép viszonylag rövid, de igen fejlett nódusszal rendelkező mononodosus-sejttípust mutat be. Hossza mindössze 66 μ volt, csomójának szélessége azonban elérte a 10 μ -t. A nóduszban az autospórákra való feldarabolódás szintén folyamatban volt. A nyúlványok a csomótól a csúcsok felé eleinte szélesek voltak, de hamarosan igen vékonyakká, szinte fonalszerűen kihúzottakká váltak (ez utóbbiak a fényképen már nem láthatók). Ezért ez a sejt a nódusz nélkül az *Ankistrodesmus Braunii* és az *Ankistrodesmus falcatus* között állónak mutatkozott volna.

A VII. tábla 2. mikrofelvétele az élő bioszeszton egy részletéről készült. A kép felső jobboldalán két igen fejlett mononodosus-jellegű sejt látható. Alattuk balra két sejt helyezkedik el, kissé az optikai sík alatt. Nóduszuk kevésbé fejlett. Különösen a baloldali mutatkozott keskenynek, s a köztes-forma jellegeit viselte. A felületi hártványban, ahonnan a bioszeszton való, még számtalan apró, 1—3 μ átmérőjű zöld testecske volt beágyazódva. A mikrofelvételen ki-



1. Hosszú és keskeny csomókkal rendelkező trinodosus sejt 1300 : 1; 2. Kerekded csomókkal bíró trinodosus sejt; a csomók plazmája hyperfragmentációs szétesést mutat 1300 : 1; 3. Fejlett csomójú trinodosus sejt előregedett állapotban. A plazma nagyon szabálytalan alakú és különböző méretű autospórákra darabolódott 1300 : 1; 4. Pentanodosus sejt; csak a középső nódusza fejlett 1300 : 1; 5—6. Trinodosus sejtek, egyenlőtlenül fejlett csomókkal 1300 : 1; 7. Három különböző mértékben fejlett csomójú sejt. A plazma a szétesés jeleit mutatja 1300 : 1.

sebb-nagyobb csomókba összeállva láthatók. Ezek a testecskék részben az *Ankistrodesmus* autospóriái, illetve hyperfragmentációs-sporulációs képletei, részben talán klorobaktériumok voltak.

Az orosházi vízvirágzásban talált *Ankistrodesmus*ok részletesebb leírását és mikroszkópi fényképfelvételekkel való illusztrálását egy másik munkám tartalmazza [7].

Az *Ankistrodesmus*-állomány variabilitása mindhárom előfordulás alkalomával két főirányban mutatkozott, éspedig:

1. A nodosus-jelleg kialakulásában és
2. A sejtek szélességi méretének gazdag változatosságában.

A következőkben röviden áttekintjük e két főirány tartalmát.

1. A nodosus-jelleg kialakulása.

Az orosházi bioszesztonban a mono-, di-, tri- illetve polynodosus sejtek egymástól és a nódusz nélküli sejtektől való elhatárolása ugyanolyan körülményes volt, mint azt az előbbiekben már a két másik előfordulás elemzésénél említettem. A nóduszok mindenütt egyformán „tevékenységi gócnak” mutatkoztak. A jelenség mibenlétét illetően eleinte az látszott valószínűnek, hogy egy nagyon variábilis *mutáció*s elváltozással állunk szemben.

2. A sejtek szélességi méretének gazdag változatossága.

Sajátos jelenség, hogy az 1952-ben vizsgált orosházi vízvirágzásban jelen levő *Ankistrodesmus* sejtek között is főként az a három szélességi típus dominált, amelyekről az előbbiekben már megemlékeztem. Általában tehát azt mondhatjuk, hogy a nodosus sejtek a következő három szélességi variánsba csoportosíthatók:

a) Az *Ankistrodesmus falcatus*hoz közelebb állók; ezeknél a nyúlvány a csúcsok felé erősen elvékonyodik, sőt sok esetben fonálszerűen húzódik ki,

b) Az *Ankistrodesmus Braunii*hoz közelebb állók; ezek nyúlványa a csúcsok felé nem, vagy csak kevésbé vékonyodik el, s viszonylag az egész sejt széles, s ha nódusz nem fejlődne rajtuk, úgy az *Ankistrodesmus Braunii* alak körébe volnának helyezendők.

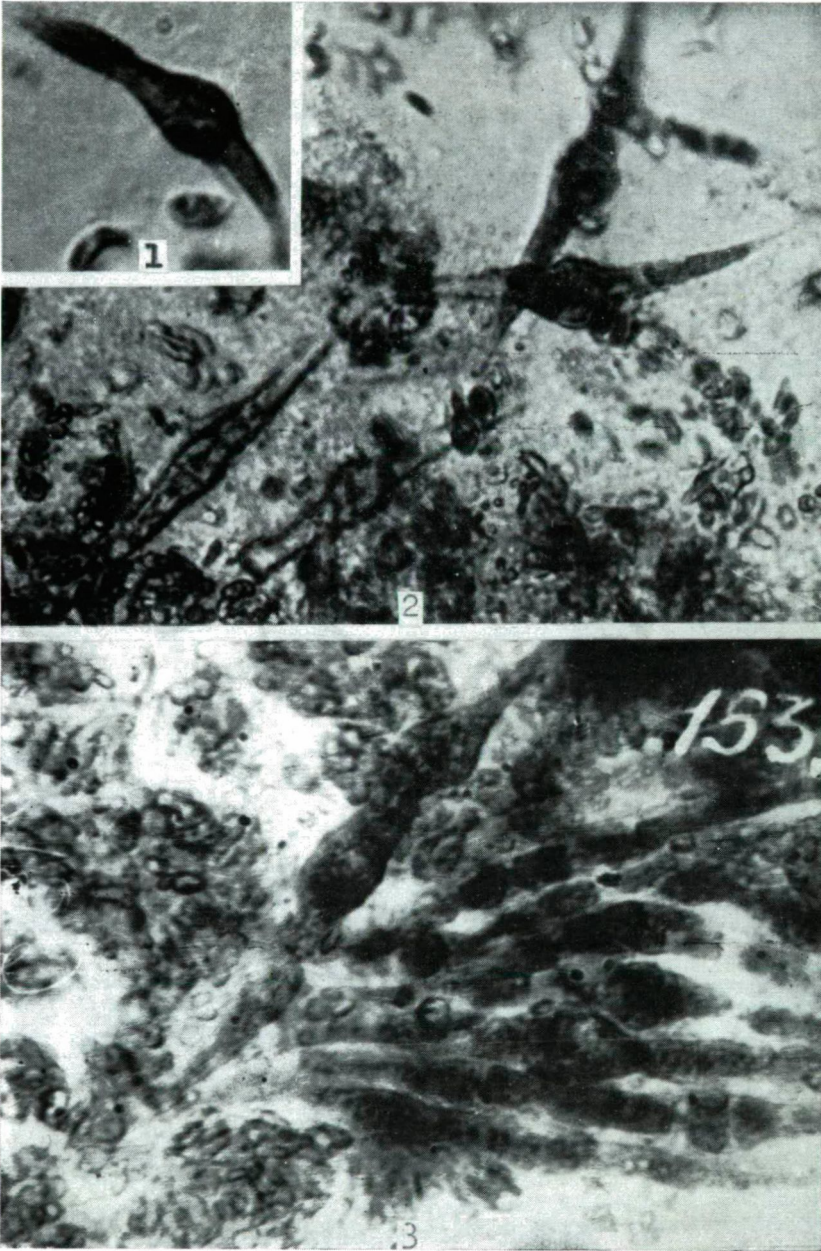
c) Az előbbi két faji típus között álló sejtek, amelyeknél a nóduszból kiindulólág a csúcsok felé a nyúlvány nem vékonyodik el azonnal, hanem egy szakaszon még eléggé széles, később azonban a nyúlványok elvékonyodnak.

E három típus számszerű különválasztása a nóduszok fellépése miatt szinte lehetetlennek mutatkozott, illetve: e típusok fokozatokkal mentek át egymásba. Mindenesetre a közti alakok szemlélése azt a gondolatot is ébresztheti, hogy itt még ismeretlen ivaros folyamatok is szerepelhetnek.

A nodosus-jelleg gyakorisága és sokfélesége mindhárom alkalommal felvetette a taxonómiai értékelés kérdését is, azt, hogy a csomóképződés felhasználható-e reálisan bizonyos taxonómiai egységek megkülönböztetésére?

Ha arra gondoltam, hogy LEMMERMANN az *Ankistrodesmus* genustól a *Schroederia* nemzetség különválasztását indokoltan tartotta, akkor — különösen eleinte — hajlottam afelé, hogy a nódusz-képzés jellegét species vagy speciesek elhatárolására felhasználjuk. A rendszertani elkülönítést különösen két érv indokolta:

VII. tábla



1. Az *Ankistrodesmus Braunii* és az *Ankistrodesmus jalcaius* között álló mononodosus sejt. Csomója fejlett. Nyúlványai a pólusok felé elvékonyodtak (a képről ez már hiányzik) 1000 : 1; 2. Az élő bioszesztonról készült kép (1952. jan. 5-i gyűjtés). Fent jobbra fejlett csomójú mononodosus sejtek, a lent balra levők nódusza fejletlen (köztes formák) 800 : 1; 3. A vizsgált klontenyészet egy sejtcsoportja. A kötegben levő nyolc sejt — azonos eredés ellenére — jelentős eltéréseket mutat. A sejtköteg autospórák halmazára települt 1200 : 1.

a) A nóduszokhoz hasonló lokális elszélesedések a *Schroederia* vagy az *Ankistrodesmus* nemzetségek egyetlen taxonómiai objektumánál sem fordulnak elő,

b) A csomóképzés természetes körülmények között lépett fel elsősorban, vagyis nem lehetett egyszerűen laboratóriumi terméknek tekinteni.

A taxonómiai elkülönítést azonban a következők miatt még sem láttam indokolva:

a) A nódusz-képzés rendkívül nagy variabilitást mutatott, s szinte minden nodosus sejt rendelkezett valamilyen egyedi morfológiai jellemvonással,

b) A főtípusokat az átmenetek sokasága kötötte össze egymással, illetve az *Ankistrodesmus falcatus*, vagy az *Ankistrodesmus Braunii* formakörével.

IV. Az *Ankistrodesmus* sejtek nodosus-jellegének klon-tenyészetekben történt elemzése

Az előbbieken felvetett kérdések behatóbb tanulmányozása genetikai jellegű vizsgálatok végzését indokolta. Ezt lehetővé is tette az a körülmény, hogy az *Ankistrodesmus*-félék és azok nodosus formái az Orosházán 1952-ben észlelt vízvirágzásban tömegesen fordultak elő.

A klon-tenyészetek előállítására előtt a természetes bioszesztonban levő anyagot először az ásványi tápoldathoz és általában a laboratóriumi körülményekhez próbáltam adaptálództatni. Ebből a célból az 1952. jan. 25-én frissen hozott bioszesztonból Knop-oldatos tenyészeteket készítettem. Az ásványi tápoldathoz való fokozatos adaptáció céljából a Knop-oldathoz a termőhelyi vízből is adagoltam, amelyet először Seitz-szűrőn vezettem át, majd forralással sterilizáltam. Az ún. tömegtenyészetek tápoldatát $\frac{2}{3}$ -részben 50-szeres hígítású Knop-oldat és $\frac{1}{3}$ -részben termőhelyi víz alkotta. A második átvitelről kezdődően a termőhelyi víz mennyiségét fokozatosan csökkentettem, a Knop-oldat koncentrációját pedig növeltem. A további átviteleket mindig az előző tenyészetek legjobban fejlődő produkcióiból eszközöltem. A megvilágítás különböző mértékű volt. A nappali természetes megvilágítás mellett néhány órás esti megvilágítást adagoltam. Az állandó megvilágítás a tenyészetek kora szerint eltérő hatású volt.

Klonok izolálása céljából a negyedik átvitelből származó tömegtenyészetet használtam fel. Ez már a tenyésztési viszonyokhoz jól adaptálódottnak mutatkozott. A sejtömegből igen híg szuszpenziót készítettem, amelyből nagyméretű Petri-csészékben ágar-lemezre kentem. Az ágar-táptalaj főzésénél 50-szeresen hígított Knop-féle oldatot használtam. Néhány ágar-sorozat készítéséhez 0,1—0,5%-nyi szőlőcukrot is használtam. A kenési csík szélesítése és a felkent sejtek sérülésének elkerülése céljából az átoltságnál lapított és görbített végű üvegbotokat használtam. Így a szuszpenziót, illetve a benne levő nagy *Ankistrodesmus* sejteket széles zónában lehetett az ágar felületén szétteríteni, s a sérülésre igen érzékenynek látszó sejtek sem szenvedtek mechanikai károsodást. A szuszpenzióból vont csík folyadéka az ágarról néhány óra alatt eltűnt, s így a szervezetek az ágar felületen rendszerint olyan távolságra kerültek egymástól, hogy izolálásuk lehetővé vált. Ezután preparáló mikroszkóp alatt kis nagyítással kiválasztottam a legmegfelelőbbnek látszó egyedül álló sejteket, s azok közelébe steril és vékony üvegtűcskét szúrtam, hogy a kiválasztott sejt

épségét és környezetének autospóráktól való mentességét erősebb nagyítás alatt is ellenőrizni tudjam. A sejteknek az ágár felületről való kivételére kanálszerűen görbített és kissé szélesített végű lándzsátűt használtam. Az így izolált sejteket azonnal hígított Knop-féle oldatba helyeztem. A sejtmag, illetve a maganyag vizsgálatára a Feulgen-reakciót alkalmaztam. A tenyésztés és a vizsgálat módjáról részletesebben egy másik munkámban [7] emlékezem meg.

A következőkben röviden ismertetem az *Ankistrodesmus*-nak a termőhelyen (vízvirágzásban), a laboratóriumi tömegtenyészetekben és a klon-kultúrákban észlelt alakbeli variabilitását. A számszerűségi viszonyokat közvetlen számlálás alapján adom. A variánsok sokfélesége miatt nagyon is körülményes számlálás megkönnyítése céljából a termőhelyi anyagban, a laboratóriumi tömegtenyészetekben, valamint az izolálás közvetlen klon-származékaiban csak három kategóriát, és pedig a dinodosus, a mononodosus és a nódusznélküli sejtek csoportját különböztettem meg. A klonok további származékainál azonban már az előbbi kategóriák mellé a nódusznélküli széles és a nódusznélküli keskeny sejtek kategóriájának felvételére is szükség volt.

1. A termőhelyen és a tömegtenyészetekben észlelt alakbeli variabilitás.

a) *A termőhelyi bioszesztonban jelentkező variabilitás.* Az 1952. jan. 12-én és 25-én begyűjtött bioszesztonban az *Ankistrodesmus* sejtek 93—94%-a nódusznélküli volt. A nódusznélküli sejtek túlnyomó többségükben karcsúaknak mutatkoztak. Valóban széles, azaz az *Ankistrodesmus Braunii* alakját mutató sejt csak ritkán fordult elő. A legtöbb karcsú sejt az *Ankistrodesmus falcatus* jellegeit mutatta, ami abban is megmutatkozott, hogy kisebb-nagyobb kötegszerű csoportokban fejlődtek, s hosszú ideig ilyen kötegekben maradtak. Ez a csoportosulás arra mutat, hogy csoportosulva is jelentős mennyiségű nyálkaanyagot választanak ki.

Rendkívül sajátos volt az a jelenség, hogy a nodosus sejtek lényegesen hosszabbak voltak, mint a bioszesztonban levő *Ankistrodesmus falcatus* és *Ankistrodesmus Braunii* típusosnak nevezhető sejtjei. A méretbeli viszonyok a következőképpen alakultak:

Spécies	A sejt hosszúsága	A sejt szélessége
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	50—70 μ	3—4 μ
<i>Ankistrodesmus Braunii</i>	30—60 μ	6—8 μ
<i>Nodosus Ankistrodesmus</i>	65—155 μ	6—12,5 μ

A nodosus sejteknél a szélesség természetesen a nódusznál mért legnagyobb szélességet jelenti. A nodosus sejtek nagy hosszúsági értéke, mint az előbbieken már említettem, elsősorban a nyúlványok „kihúzotttságából”, fonál- vagy pillaszerű elvékonyodásából adódik.

A termőhelyi bioszesztonban a 6—7%-os gyakorisággal előforduló nodosus sejteknek több mint a fele mononodosus-jellegű volt.

b) *Az ásványi tápoldatokban nevelt tömegtenyészetek variabilitása.* Az *Ankistrodesmus falcatus*, *Ankistrodesmus Braunii* és a nodosus *Ankistrodesmus* sejtjeinek hosszúsági és szélességi viszonyára vonatkozólag itt is az a feltűnő jelenség volt megállapítható, amelyről az előbb a bioszeszton anyagának variabilitásánál már megemlékeztem. Már ekkor látható volt, hogy a nodosus sejtek kiemelkedően hosszú volta a többiekkel szemben nem lehet egyszerűen a

környezethatásból származó véletlen jelenség... A di- és polynodosus formák csomóinak egyenlőtlensége, illetve a sejtek aszimmetriája itt is általánosan megmutatkozott.

A sejt számlálások szerint az ásványi tápoldathoz adaptálódó tömegtenyészetekben a nodosus sejtek mennyisége fokozatosan tovább csökkent. A harmadik átvitel tömegtenyészetében a nodosus sejtek 4,99%-nyi, a negyedik átviteltől származó tömegtenyészetben pedig 4,47%-nyi mennyiségben voltak jelen. Ez esetben is a mononodosus sejtek voltak többségben a di- és a polinodosus sejtekkel szemben.

c) Az *Ankistrodesmus* sejtek fejlődése és szaporodása tömegtenyészetekben. Azok a tömegtenyészetek sikerültek a legjobban, amelyek a nagyobb mennyiségű termőhelyi bioszeszton anyagából fejlődtek ki. Ha a termőhelyi bioszeszton első átvitelénél az ásványi tápoldatból a termőhelyi víz hiányzott, akkor az adaptáció kevésbé sikerült, sőt néha a sejtek bizonyos idő múlva el is pusztultak.

Az átvitt sejtek szaporodása a Knop-féle oldatban csak néhány nap, esetleg csak egy hét múlva indult meg, s nagyjából azokat a fázisokat mutatta, amelyeket a baktériumok szaporodásánál és fejlődésénél lehet észlelni. A különbség az, hogy ezeknél az autotróf mikroszervezeteknél a fejlődés és szaporodás időtartama lényegesen hosszabb, mint a baktériumoknál. Persze az életfeltételek is mások; a zöld növényi mikroszervezetek nehezebben is tenyészthetők. A lassan fokozódó szaporodás megindulása után az ún. „logaritmikus fázis” következett, amelyben a szaporodás a legerőteljesebb volt. Ez kb. 10–20, ritkábban 25–30 napig tartott. Ezután következett a „stacionár fázis”, a stagnálás időszaka, amely néhány héttől esetleg több hónapig is elhúzódott. Néhány hónap elteltével a sejteken az öregedés kétségtelen jelei kezdtek mutatkozni; fénytörésük növekedett, s a plazmában különálló zsírcseppek jelentek meg. Ezt hamarosan a sejt teljes szétesése követte. Az öregedés jelenségére vonatkozólag az *Ankistrodesmus* tömegtenyészetek esetében is arra a megállapításra jutottam, hogy az anyagcseretermékeknek döntő jelentőségük van. Erre főként abból lehet következtetni, hogy a friss tápfolyadékba átvitt sejteken az öregedés jelei nem mutatkoztak, pusztulásuk sem indult meg és a szaporodásuk is rendszerint folytatódott. Azt is tapasztaltam, hogy Knop-oldattal készített ágár-lemezekben a szaporodás és fejlődés üteme gyorsabb volt, mint a folyadékos tenyészetekben.

Előregedett tenyészetekben gyakori volt a sejtek kis *granulumokra* való szétesése is. E *hyperfragmentum-szerű* részecskék néha többségükben elpusztultak, más alkalmakkor viszont legnagyobb részük autospóra-jellegűnek mutatkozott, s ezek kedvező körülmények között új sejtekké fejlődtek.

Sajátságos jelenség, hogy a *sejtmagot* az *Ankistrodesmus* sejteknél csak igen bizonytalanul lehetett kimutatni. Az osztódásoknál a Feulgen-reakció színeződése legfeljebb csak halvány foltocskákban vagy rögcskékben mutatkozott. A kisebb autospórákban vagy *hyperfragmentum-szerű* részecskékben a maganyag olykor egyáltalában ki sem volt mutatható.

Az *Ankistrodesmus-félék* szaporodása bizonyítottan a sejtosztódás különféle formáival történik. Ezt is részletesebben vizsgáltam, s az osztódási formákról rendszerezetten egy másik munkámban [7] számolok be. Itt csupán azt jegyzem meg, hogy a szereplő két fajra, valamint a nodosus alakokra általában elterő osztódási forma jellemző. Az *Ankistrodesmus falcatus* sejtjei hosszan-ha-

rántosan osztódnak, azaz az osztódási sík hosszan átlósan alakul ki, s a sejt hosszának jelentős részén végigvonul. Ily módon az anyasejt falán belül rendszerint négy utódsejt képződik. Az *Ankistrodesmus Braunii* teljesen harántirányban, azaz a hossz tengelyre merőlegesen osztódik. Az osztódás síkja csak ritkán „billen” kissé harántirányban. A *nodosus* formákban a harántirányú és a hossz tengely irányában való tagolódás a jellegzetes, s a csomókban néha a centrumból radiálisan futnak kifelé az osztódási síkok. Ennek eredményeként a *nodosus* formák különféle alakú (láncza, tojás, hal, könnyecsepp, patkó, stb.), gyakran nagyon szabálytalan és nagyon egyenlőtlen méretű autospórákra darabolódnak.

Az utódsejtek fejlődése, illetve morfogenezise eltérő aszerint, hogy az milyen utódsejtből indul ki. Evvel részletesebben más alkalommal [8] foglalkozom. A szabálytalan alakú autospórák bipolárisan megnyúlnak, s evvel párhuzamosan az autospóra alakja is megváltozik. Erről röviden még a klonkultúrák fejlődésénél szölok.

Az adaptálódó tömegtenyészetekben a sejtek szerkezetének kialakulását is meg lehetett figyelni.

Az *Ankistrodesmus falcatus* sejtfa vékony és a plasztisz a sejt egész hosszában végighúzódik. A fiatal és a kifejlődött (de még nem előregedett) sejtek-nél a hossz tengely középtáján a plasztisz rendszerint ékalakúan kivágott, s ez a rész a sejtben világosabb árnyalatával is kitűnik. Pirenoidot többnyire csak a fiatalabb sejtekben lehet jól kimutatni. A pirenoidok az öregedő sejteknél is gyakran láthatók. A kifejlett sejtek többnyire gyengén íveltek, olykor S-alakban csavartak.

Az *Ankistrodesmus Braunii* sejtjei olykor feltűnően egyenesek, máskor kissé íveltek. Egész hosszukban szélesek, csak a végük keskenyedik hirtelen össze, majd rövid hegyes vagy tompa csúcsban végződik. A plasztisz közepén nem ékszerű kivágódást, hanem inkább hosszanti rést lehet megfigyelni. Ez ugyancsak világosabb árnyalatú a sejt többi részénél. Pirenoidot rendszerint nehezen lehet kimutatni.

A *nodosus* sejtek alakjával már foglalkoztunk. Ezeknél a sejt felépítésére jellemző, hogy az *Ankistrodesmus falcatus* és az *Ankistrodesmus Braunii* között állanak. Így pl. a plasztisz néha jellegzetes centrális kivágottságot mutat, máskor viszont ugyanitt hosszanti rés mutatkozik. A VIII. tábla 1. mikrofényképén egy széles mononodosus sejt látható. Nódusza felső részében világos rés-szerű hasadék tűnik fel, hosszanti irányban. A nódusz felett kissé feljebb tör-tént az első harántosztódás, s közvetlenül a nódusz alatt a második. Az is szembe-tűnik, hogy ez a sejt az *Ankistrodesmus falcatus* és az *Ankistrodesmus Braunii* között áll. Jelentős szakaszon széles, mint az *Ank. Braunii*, de a vége hosszú pillában végződik, mint az *Ankistrodesmus falcatus* nagyobb méretű alakjainál. Ugyanezen tábla 4. mikrofelvételén balról egy keskenyebb mono-nodosus sejt látható, amely már inkább az *Ankistrodesmus falcatus*hoz áll kö-zelebb. Mellette jobbra egy rövid botalakú autospóra, majd azon túl egy növé-keedésben levő fiatal sejt, háromszögletű csomóval.

2. A klonokban észlelt variabilitás vizsgálata.

Összesen négy sejtet izoláltam, mégpedig a már eléggé adaptálódott ne-gyedik átvitelből származó tömegtenyészetből. Két sejt mononodosus- és kettő dinodosus-jellegű volt. Egyik mononodosus-átültetés sikertelen maradt.

A VIII. tábla 2. mikrofelvételén látható az a dinodosus-jellegű sejt, amelynek klon-származékait a legrészletesebben vizsgáltam. A fénykép az ágáron levő sejtről közvetlenül az átvitel előtt történt. Típusosnak csak a felső nódusz mondható, mert az alsó inkább csak hosszú elszélesedésből áll. A sejt 122 μ hosszú és a felső nódusznál 11,5 μ széles volt. Mindkét vége hosszú, tűszerű nyúlványban futott ki. A nyúlvány végei a képen már nem láthatók. A felső nyúlvány felső részén jól látható, hogy a plasztisz a nyúlványba vékony fonálként fut tovább. A felső nódusz közepén jelent meg az első harántosztódás, majd utána alatta a második, s felette a harmadik. Utóbbi a sejt hossztenge lyére szinte merőlegesen áll. A felső nóduszban az osztódás felett és alatt újabb osztódások kezdetei láthatók. A felső nódusz alatt levő harántosztódásból indul ki egy hosszanti hasadás az alsó nóduszba, majd ívszerű utat megtéve az alsó nódusz jobboldalán a sejt széléig fut ki. Az alsó nóduszban újabb tagolódások kezdetei voltak láthatók.

A három sikeres sejt-izoláció nyomában kialakult klonok részletes elemzésével egy másik munkámban [7] foglalkozom. Ez alkalommal csupán az előbb leírt sejt klon-származékait ismertetem.

A Knop-oidatot tartalmazó és vattadugóval lezárt kémcsövekben az átültetett sejtek néhány nap múlva adaptálódhattak az új környezethez, s valószínűleg már az első hét végén osztódni kezdtek. Kb. három hét múlva a próbacsövek alja zöldes színeződést mutatott, jeléül annak, hogy a tenyészetek az ún. „logaritmikus fázisba” kerültek. A kb. négyhetes klonokban sejtszámlálásokat végeztem. Az említett dinodosus sejtből származó klonszármazék alakbeli variabilitása számszerűleg a következőképpen alakult:

Az összesen 521 db megvizsgált sejtből (100%)

Dinodosus-jellegűnek mutatkozott	209 db, azaz	40,11%,
Mononodosus-jellegűnek „	160 „ „	30,71%,
Nódusz nélkülinek „	152 „ „	29,18%,
Megvizsgált összes sejt	521 „ „	100,00%.

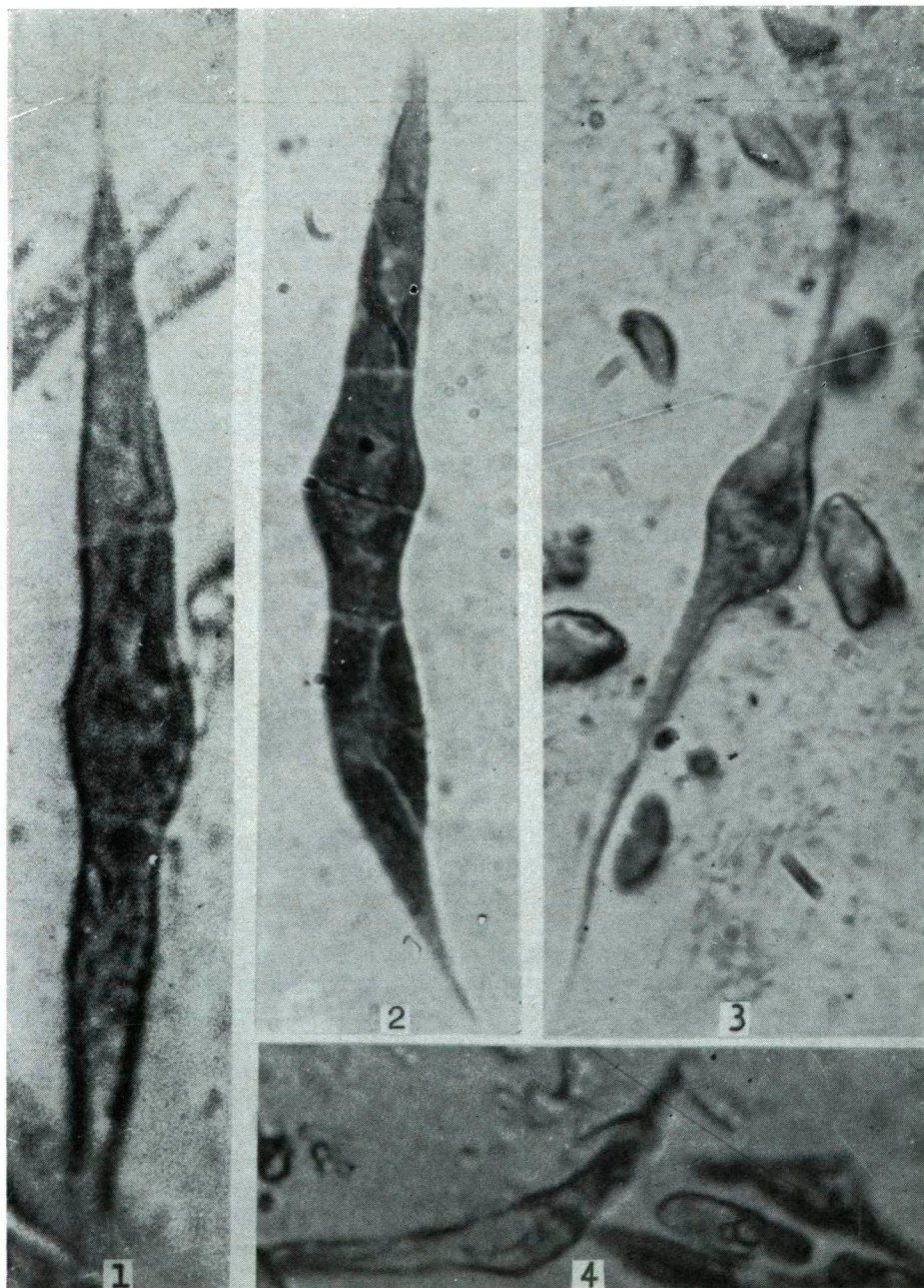
A kimutatásból látható, hogy a dinodosus-jellegű sejt klon-származékában nodosus-jelleggel fejlődött a sejteknek csaknem a háromnegyed része, azaz $40,11 + 30,71 = 70,82\%$. A nodosus-jelleg tehát bizonyos mértékben rögzítettnek mutatkozott. Persze ez a kép csak megközelítő, mert a sejtformák rendkívül variábilisek voltak, s így a nodosus- vagy anodosus-jelleg megállapítása igen körülményes volt. Nodosus-jellegűeknek tekintettem az aszimmetrikusan elszélesedő sejteket is, valamint azokat, amelyeknél az ún. osztódási góc jelentkezett.

A dinodosus-sejt utódai között a legtöbb ugyancsak dinodosus volt (40,11%), de voltak ezt megközelítő mennyiségben (30,71%) mononodosus

VIII. tábla

1. Széles *Ankistrodesmus* sejt, közepén kevésbé fejlett csomóval. Köztes alak 1600 : 1; 2. Dinodosus-jellegű sejt, amelynek izolálásából keletkezett az egyik részletesen vizsgált klon. A kép közvetlenül a sejtnak az ágár-lemezre való átvitele után készült 1400 : 1; 3. Mononodosus sejt fonalszerűen vékony és végein hajlott nyúlványokkal. Előregedett tenyészetből 2160 : 1; 4. Balra mononodosus karcsú sejt. A jobbszáron fiatal sejt, háromszögletű nóduszzal 1400 : 1.

VIII. tábla



sejttípusok is. Tehát ha a nodosus-jellegnek bizonyos mérvű rögzítettségét tételezzük fel, úgy azt is meg kell állapítanunk, hogy *nem a nóduszok száma, hanem inkább csak a nódusz-képzésre való hajlandóság adódott tovább*. Ennek nagyon jó bizonyítékát sikerült megrögzítenünk a VII. tábla 3. mikrofelvételén. Ez a fénykép a most elemzett klon 8 hetes tenyészetéből vett mintáról készült. A tenyészet már eléggé előrehaladott fejlődési állapotban volt, amit mutat az is, hogy a sejtek javarészt autospórákra darabolódtak fel. Erre az autospóra-halmazra települt egy viszonylag fiatalabb sejtkeg, amelynek tagjai még nem darabolódtak fel spórákra. E kötegből az optikai síkban 8 sejt látható, amelyek a nóduszok száma szempontjából eltérnek egymástól. A köteg baloldalán levő, kissé elkülönült sejt két fejlett nódusszal rendelkezik, sőt a sejt alsó szakaszán még egy harmadik nódusz is kialakulóban volt. A tőle jobbra kissé távolabb levő sejt meglehetősen széles ugyan, de nóduszt rajta nem lehet felismerni. Az utána következő sejtnek csak egy része látszik, de ezen nóduszt szintén nem lehet találni. A következő négy sejten viszont 1—1 nódusz ismerhető csak fel, pedig ezeknek a középső szakasza az optikai síkban van és az autospórák sem fedik őket be.

A vizsgált klonban nagy ingadozás lépett fel a sejtméret szempontjából is. Két jelentős változást lehetett megfigyelni:

a) A nodosus sejtek hosszmeretének alsó határa leszállt; gyakran fordultak elő 40—60 μ hosszú sejtek.

b) A nódusz nélküli sejtek között a széles formák gyakoribbak voltak, mint a karcsúak. A megfigyelt 152 sejt közül

Széles sejt volt	93 db, azaz	61,18%,
Karcsú „ „	59 „ „	38,82%,
Összesen	152 „ „	100,00%.

E klon-származékban a nódusz nélküli széles sejtek többsége érthető, hiszen a klon létrehozó sejt — amelyet a VIII. tábla 2. mikrofelvételén már bemutattunk — ugyancsak széles volt. Jogosan várhattuk volna, hogy a nódusz nélküli sejteknek nem 61%-a, hanem mindannyia széles lesz. Éppen az a különös, hogy a szélesnek mondható dinodosus-jellegű sejt nódusz nélküli vegetatív származékai között több mint $\frac{1}{3}$ -nyi arányban karcsú sejtek is előfordultak! A szélességi méret öröklésileg tehát nem volt teljesen fixált. S ehhez járul még az is, hogy e karcsú sejtek egyben rövidek is voltak, hosszúságuk csak ritkán haladta meg az 50—60 μ -t. Végeredményben tehát azt mondhatjuk, hogy egy viszonylag széles dinodosus sejtnak, amely inkább az *Ankistrodesmus Braunii*-hoz állt közelebb, a vegetatív származékai között több mint $\frac{1}{3}$ -nyi mennyiségben olyan sejtnevezék fejlődött, amely nódusznélküliségével, illetve karcsúságával és rövidségével az *Ankistrodesmus falcatus* típusos jellegait hordozza. Legalább olyan mértékben rejtélyes ez, mint a nóduszokkal rendelkező széles és feltűnően hosszú sejtek megjelenése, amelyeket a tudományos szakirodalomban felsorolt speciesek egyikébe sem sorozhatunk, s amelyek szinte pontosan az *Ankistrodesmus falcatus* és az *Ankistrodesmus Braunii* között állanak. S még hozzá úgy látszik, hogy e két rejtélyes jelenség össze is tartozik.

3. A klonok további vizsgálata.

A klon-származékokat a továbbiak során a tápoldat milyensége szempontjából is vizsgáltam. Megfigyeléseket végeztem a termőhelyi víz, a kis mennyiségben adagolt szőlőcukor és a tenyészet öregedése befolyását illetően.

A termőhelyi víz szerepe. Az előbbieken már említettem, hogy a termőhelyi víznek a tömegtenyészetekben történő adaptációnál jelentős szerep jutott. Ebből kiindulva a már adaptálódott szervezetekre vonatkozó hatását is megvizsgáltam, s azt találtam, hogy a variabilitás további alakulásában is van még szerepe. A vizsgálatokat kétféle tápoldattal végeztem, éspedig: az „a”-jelzésű és a „b”-jelzésű tápoldattal. Az előbbi felerészben szűrt és steril termőhelyi víz és felerészben 25-szörös hígítású Knop-féle oldat alkotta. A „b” jelzésű tápoldat viszont csak 25-szörösen hígított Knop-oldatból állt. E tápoldatokba az előbbieken vizsgált klon-származék 40 napos tenyészetéből igen híg szuszpenzió formájában kevés tenyészanyagot vittem át, s a belőlük fejlődött kultúrákat a negyedik héten a már megállapított variabilitási kategóriák szerint sejtszámlálásokkal vizsgáltam. Az átviteleket még két ízben megismételtem, s így végeredményben három átviteli származéksort vizsgáltam meg.

Már láttuk, hogy a klon-származékok egy dinodosus-jellegű és széles sejtből eredtek (VIII. tábla 2. mikrofelvétel), s hogy e kétsomós jelleg öröklésileg nem mutatkozott teljesen fixáltnak. Ez a megállapítás újabb alátámasztást nyert, az „a” és „b” tápoldatokban nevelt származékoknál a dinodosus-jelleg határozottan csak az első átvitelek nyomában domborodott ki. A dinodosus-jelleg azonban itt sem volt domináns, mert mindössze csak 6—7%-ban múlta felül a mononodosus-jelleg előfordulási arányát. A további átvitelek során pedig az volt észlelhető, hogy a dinodosus-jellegnek ez a 6—7%-os fölénye is eltűnt, s mindinkább a mononodosus-jellegű sejtek jutottak túlsúlyra. Különösen jellemző volt ez a „b”-tápoldatban nevelt 2-ik és 3-ik átviteli származékoknál.

Lényegesnek mondható az is, hogy az átvitelek során mindkét tápoldat tenyészeiben a nodosus-jellegű sejtek aránya fokozatosan csökkent, a nódusznélkülieké pedig emelkedett. A nódusz nélküli sejtek számarányának növekedése a „b”-tápoldatban nagyobb mérvű volt, mint az „a”-ban. Ez azt mutatja, hogy a nodosus-jelleg manifesztálódásában a termőhelyi víznek volt valamilyen szerepe. Hasonlóan szerepe lehetett a szélességi méret variálódásában is. A nódusz nélküli széles sejtek az „a”-tápoldatos tenyészetekben mindig nagyobb százalékban fordultak elő, mint a nódusznélküli karcsú sejtek. Ennek fordítottja volt a kép a „b”-tápoldatos tenyészeteknél.

A tápoldatos tenyésztés során folyton csökkent a sejtek hosszmerete is. Mindkét tápoldatféleségnél rövidültek a nodosus-jellegű és a nódusz nélküli sejtek egyaránt. A felső mérethatár kb. 80—90 μ -ra redukálódott, s a sejtek többségének hossza 50—70 μ között ingadozott. A harmadik átvitel tenyészeteiben már megjelentek a 40 μ hosszú sejtek.

Megváltozott a nóduszek morfológiája is. Ez főként viszonylagos volt, mert maguk a sejtek is mind karcsúbbakká váltak, s a nyúlványok vékonyodásával a viszonylag keskeny nódusz is jelentősnek mutakozhatott. Gyakori volt azonban a nóduszek abszolút elkeskenyedése is, ami a karcsú sejtek fölényét juttatta érvényre.

A szőlőcukor szerepe. Erre vonatkozólag határozott képet nem lehetett kialakítani, mivel egyes klon-tenyészetekben a szőlőcukrot csupán csak 0,1—

0,5%-nyi mennyiségben alkalmaztam. Ez pedig valószínűleg túlságosan is kevés volt ahhoz, hogy az alakbeli variabilitásban is éreztesse hatását. Azt azonban tapasztaltam, hogy a hexose-tartalmú táplálék esetén a fejlődés meggyorsult, s olykor igen széles, az *Ankistrodesmus Braunii* jellegeit mutató sejtek keletkeztek.

A tenyészet öregedésének befolyása. Mind a tömegtenyészetekben, mind a klon-kultúrákban tapasztalható volt, hogy a tenyészetek öregedésével a karcsúbb sejtek számaránya is növekedett. A VIII. tábla 3. mikrofelvételén látható sejt egy 8 hetes tenyészetből való, amely az ismertetett klon „a“-táploldatra való első átviteléből származott. E tenyészet már eléggé előregedett, s nagyon gyakoriak voltak benne a vékony nyúlvánnyal rendelkező mononodosus sejtek. A bemutatott sejt nyúlványai is fonalszerűen vékonyak, végeiken hajlottak (a képen nem látható a teljes hosszúság). A nódusz rövid, s bár csak közepes szélességű, a vékony nyúlványok mellett jelentősnek tűnik. A plasztisz a vékony nyúlványokban is tovább folytatódott. A nódusz közepén az átlósan jobbra lefelé haladó világosabb mező az osztódási sík vonulását jelzi. Itt a plasztisz már kettéosztódott. A sejt környezetében számos szögletes autospóra látható.

A sejtek fejlődésének vizsgálata klonokban. A sejt fejlődésmenetére vonatkozólag a klon-származékokban végeztem vizsgálatokat. Különösen a szabálytalan alakú autospórák fejlődése volt jellegzetes. E folyamatra talán leginkább az egyenlőtlen „megnyúlás“ (inæqualis elongatio) kifejezés a legtalálóbb. A sokszögletű autospórák ugyanis főként bipoláris növekedéssel alakulnak kifejezett sejtekké. A spóra a legtöbb esetben feltűnően bipoláris jellegű, ami abban nyilvánul, hogy a nyúlvány először az egyik póluson kezd megjelenni, s növekedni, azután pedig a másikon. A két nyúlvány növekedése többnyire jól észlelhetően egyenlőtlen, ami a továbbiak során még fokozódhat is. Így jönnek létre az aszimmetrikus sejtek, amelyek mind a természetes bioszesztonban és a tömegtenyészetekben, mind a klon-kultúrákban túlnyomó többségben voltak.

A nóduszok kezdeménye maga az autospóra. Ez a továbbfejlődés kezdetén gömbölyűbbé válik, s a két pólusán kissé kicsúcsosodik. A kicsúcsosodás szintén egyenlőtlen. A fejlődés során maga a valamikori spóra-rész is nagyobbá válik, s fejlett nódusz keletkezik belőle. Azt is tapasztaltam már, hogy az ún. *Chlorella*-ciklusban gömb vagy tojás alakú autospórákból többé-kevésbé nodosus-jellegű vegetatív sejtek fejlődnek. Ez azonban csak laboratóriumi tenyésztés során következett be [9].

V. Az eredmények megvitatása, következtetések

1. Az *Ankistrodesmus Braunii* és az *Ankistrodesmus falcatus* társaságában három ízben észleltünk olyan *Ankistrodesmus* sejteket, amelyek az előbbi két faj jellegei között állottak. A variabilitásnak két főiránya volt, éspedig: 1. A nodosus-jelleg fellépése és 2. A sejt szélesség nagymérvű ingadozása.

A nodosus *Ankistrodesmus* sejtek természetes körülmények között való fellépése vizsgálataink kezdetén mutációs jelenségnek látszott, mert a nódusz képzésére való hajlandóság tömegkultúrákban is mutatkozott. A klon-tenyészetekben végzett behatóbb vizsgálatok azonban azt mutatták, hogy a nodosus-jellegnek örökléstani szempontból nincs meg a határozott rögzítettsége, mert

a) Az egycsomós (mononodosus) és a kétcsomós (dinodosus) jellegek kölcsönösen átmehettek egymásba,

b) A mononodosus- és dinodosus-jellegű sejtekből származó klonokban nódusz nélküli széles és karcsú sejtek is keletkeztek, bár a nodosus sejteknél kisebb számban,

c) A tág határok között mozgó változékonyságra a termőhelyi víznek is volt kimutatható hatása. A részletesen vizsgált klon-származékoknál a Knop-oldat + termőhelyi víz hatására („a“-tápoldat) a nodosus-jellegű sejtek mindig nagyobb számban jelentek meg, mint a hígított Knop-oldat („b“-tápoldat) alkalmazása esetén, illetve: a nódusz nélküli sejtek a hígított Knop-oldatos tenyészetekben („b“-tápoldat) nagyobb százalékban fordultak elő, mint az „a“-tápoldatos kultúrákban.

Az előbbieket figyelembevételével arra kell következtetnünk, hogy a nodosus-jelleg nem lehet kialakult mutáció. De nem tekinthető egyszerű modifikációnak sem, mert az egyes származékok klon-kultúrák figyelemmelkísérése szerint az egyszer fellépett új sajátosság néhány nemzedéken át jelentős százalékban mutatkozik. Közelebb állunk tehát a valósághoz, ha azt mondjuk, hogy inkább ún. „tartós-modifikációs“ vagy „Dauer-modifikációs“ jelenséggel állunk szemben, amely a nemzedékek során mindinkább kisebb mértékben jelentkezik. Ez a fokozatosan „elhaló“ viszonylagos rögzítettség nem a nóduszok meghatározott számára, hanem csupán csak a nódusz-képzés tendenciájára vonatkozik.

2. A variabilitás második főiránya a sejtek szélességére vonatkozóan állapítható meg. A nodosus sejtek a következő három szélességi variánsba csoportosíthatók:

a) Az *Ankistrodesmus falcatus*hoz közelebb álló típus, amelynél a nyúlvány jelentősen elvékonyodik;

b) Az *Ankistrodesmus Braunii*hoz közelebb álló forma, amelynél az egész sejt meglehetősen széles és a nyúlványok nem, vagy csak kevésbé vékonyodnak el (ha nóduszképzésük elmaradna, úgy az *Ankistrodesmus Braunii*hoz lennének sorozhatók);

c) Az előbbi két típus között álló alak, amelynél a nyúlvány csak fokozatosan vékonyodik el, de azután igen vékonyan és hosszan fut ki, s a nagy sejthosszúság jórészt ebből adódik.

Evvel kapcsolatban meg kell jegyeznünk, hogy hasonló hármas szélességbeli kategorizálás a tömegtenyészetekben és a klon-kultúrákban jelen levő nódusz nélküli sejteknél is elvégezhető lett volna. Idő hiányában azonban ezt nem lehetett megvalósítani.

A sejtek szélességbeli variálódásában a mutációnak szintén nem lehetett szerepe. A nódusznélküli sejtek szélességi mérete nem volt öröklésileg fixált, hiszen a kiindulásként szereplő dinodosus sejt klon-származékaiban a nódusz nélküli széles sejtek átmenetekkel kapcsolódtak a nódusznélküli karcsú formákhoz. Azt is láttuk, hogy a nódusz nélküli sejtek szélességére a termőhelyi víznek is volt bizonyos befolyása. Ha volt belőle a tápoldatban, akkor inkább a nódusz nélküli széles sejtek voltak többségben, ha hiányzott, akkor a nódusznélküli karcsú sejtek is túlsúlyra juthattak velük szemben.

A termőhelyi víz hatótényezője ismeretlen. Lehetséges, hogy a víz lúgos-ságának volt valami szerepe, mert mindhárom biotop vize lúgos jellegűnek mutatkozott.

3. Úgy látszik, hogy a nóduszképzés és a sejt elszélesedése az *Ankistrodesmus*-nál valamilyen kapcsolatban állanak egymással, vagy talán szorosan egybe is tartoznak. Ez a feltételezés a következő tényekből adódik:

a) A természetes biotopokban a nodosus sejtek többnyire egyben szélesek is voltak, illetve: nódusz képzésére inkább a szélesebb sejtek voltak „hajlamosak“;

b) Klon-kultúrákban a nódusz nélküli széles sejtforma nagyobb százalékban fordult elő, mint a nódusz nélküli karcsú sejtípus. Lehetséges, hogy a nóduszképzés helyett a sejt teljes elszélesedése következett be;

c) A szabálytalan alakú és egyenlőtlen méretű autospórák képződését csakis a nodosus és a nódusz nélküli elszélesedett sejteknél lehetett észlelni. Nódusznélküli karcsú sejteknél nem láttam ezeknek az érdekes autospóráknak a keletkezését.

Lehetséges, hogy ez az utóbbi két megállapítás vezet majd bennünket a valóság felé. Az előbbieken többször említettük, hogy a nóduszok bizonyos fejlettségi fok elérése után mint „tevékenységi központok“ tűnnek fel, amelyekben a szabálytalan alakú autospórákra való fragmentálódás jellemző. Itt viszonylag rövid idő alatt sokkal több autospóra keletkezik, mint a szabályos osztódási típusnál. Mintha bizonyos gátoltság alól szabadulna fel ilyenkor a sejt, illetve a nódusz plazmaanyaga.

Ilyen tevékenységi központok a nódusz nélküli széles sejtek némelyikénél is jelentkeztek. Úgy látom, hogy ide is vonatkoztatható CZURDA [2, 3], ONDRATSCHKE [16, 17] és KELLNER [10] nézete, amely szerint a sejt növekedési állapota és formája kapcsolatban vannak egymással, s hogy a sejt formája csak az optimális szaporodási intenzitásnál lehet típusos és egységes. Ha a sejtben citokinetikus gátoltság lép fel, akkor a növekedés, a sejtpépítés tovább folytatódik, és a normálistól eltérő alakú és méretű sejtek alakulnak ki. Ilyen citokinetikus gátlás léphet fel a nodosus sejteknél és a túlságosan elszélesedett sejteknél egyaránt. Ha a citokinetikus gátlás az *Ankistrodesmus*-nál csak időleges, akkor a túlszéles vagy túlnagy méretű sejtek mint rendellenességek jelentkeznek. Ha azonban örökletesen rögzítetté válik, úgy a méretbeli nagybodás jellege állandósul. Lehetséges, hogy az *Ankistrodesmus* sejt elszélesedése a sejt-osztódás megkésésének, karcsúbbá válása pedig az osztódás gyorsabbá válásának eredménye.

4. Ha a nodosus-jelleg valamely tenyészetben már kialakult, akkor annak továbbadódása legegyszerűbb módon úgy történik, hogy a gömb, tojás, vagy valamilyen más szabálytalan alakú autospórák maguk válnak a következő vegetatív sejtnevezdek nóduszainak kezdeményeivé. Az egyenlőtlen megnyúlás során kialakulnak a nyúlványok, mintegy az autospórából „eredve“. Az ilyen mononodosus-jellegű sejt csomója nem kizárólagosan a sejt egyedi fejlődése alatt jön létre „újonnán“, hanem jórészt a kiindulásul szolgáló autospórából adódik. Ha közben a kiindulási autospóra nemcsak megnyúlik, hanem szélességében is növekedik, akkor fejlett nódusszal rendelkező sejt keletkezik. Persze ilyen gömb, tojás, vagy más alakú autospórákat a széles sejtek is létrehozhatnak, s így az utóbbiak is kiindulásul szolgálhatnak a nodosus sejtnevezdek kialakulásához. Valószínű azonban, hogy nódusz úgy is kialakulhat, hogy a szélesedő sejt helyileg még jobban kiszélesedik, azaz a sejtpépítés folyamata főként bizonyos helyekre összpontosul.

5. Végül érintenünk kell még a legnehezebbnek mutatkozó kérdést: hogyan értelmezhető azoknak a nodosus és nódusz nélküli sejteknek a kialakulása, amelyek az *Ankistrodesmus Braunii* és az *Ankistrodesmus falcatus* között állanak? Ezekre jellemző, hogy a sejt középső szakasza meglehetősen széles, azaz etekintetben az *Ankistrodesmus Braunii* legfontosabb jellegét utánozzák, nyúlványaik pedig fokozatosan vékonyodnak, s hosszan kihúzódva tűszerűen végződnek. Ez utóbbi jelleg viszont az *Ankistrodesmus falcatus* variálódási körébe tartozik.

Hogyan lehetséges az, hogy ebből a típusból klon-származékokban nódusz nélküli karcsú és rövid (50—60 μ hosszú) sejtek is létrejöhetnek? E kettős kérdés egymással összetartozó két variabilitásbeli tényre vonatkozik, amelyeknek alighanem közös alapjuk van. Mindehhez még hozzá kell fűznünk, hogy ilyen átmeneti alkatú rendszertani objektum a taxonómiában nem ismeretes, s így valószínű, hogy az ilyen szervezettípus időnként mindig újból keletkezik.

E kérdés megoldásánál más reális lehetőséget egyelőre nem láthatunk, csak azt, hogy az *Ankistrodesmus* szaporodásában bizonyos rejtett ivaros folyamatok is szerepelnek, amelyek következményeként az *Ankistrodesmus Braunii* és az *Ankistrodesmus falcatus* bizonyos jellegei összekerülhetnek, s köztes alakokat, illetve igen nagyméretű sejteket hozhatnak létre.

E feltételezésnek azonban számos nehézsége mutatkozik. Mindenekelőtt azt kell megemlítenünk, hogy a rendszertan szerint az *Ankistrodesmus*nál, illetve általában a *Chlorococcales* (vagy *Protococcales*) rend *Autosporinae* alrendjébe tartozó szervezeteknél, ivaros szaporodás nincs. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy e csoportban rejtett ivarosság után eddig nem is kutattak, hiszen nem indokolta az alrend jellemvonásainak megfogalmazása idején még semmi sem azt, hogy ennek lehetőségét is felvessék. A rejtett ivariséget az *Ankistrodesmus*nál eddig semmiféle morfológiai jelenség alapján nem tudtuk megállapítani. Nem tarthatjuk azonban kizártnak, hogy pl. az ún. Chlorellaciklusú autospórák [9] bizonyos esetekben sejtfúzióra is képesek. Ez utóbbiak ismételten bekövetkező osztódásánál egyetlen esetben észleltem, hogy az „osztódás” nem következett be, sőt az autospóra befűződése is eltűnt. Azt is több esetben tapasztaltam, hogy az *Ankistrodesmus*nál határozottan kidifferenciálódott sejtmag hiányzik. A kisebb fragmentumszerű autospóráknál olykor még a maganyag sem volt határozottan megállapítható.

Külön kérdés, hogy a sejtek rejtett ivaros fúziója esetén a diploid állapot hány sejtnemzedékre terjed ki. Ha csak egyetlen nemzedék volna diploid, azaz ha a fúzió utáni első sejtoszlásnál bekövetkeznék a redukció, akkor a rendkívüli nagy variabilitás magyarázásánál a rekombinációs mechanizmusra lehetne leginkább gondolni, amely a baktériumoknál feltételezett módon játszódna le. Ha viszont a „diplofázis” több sejtnemzedéken át tart, úgy a hibridizálódás egyéb jelenségei is szerepelhetnek. Így gondolhatnánk pl. arra, hogy az *Ankistrodesmus* említett köztes alakja intermediär hibrid, amely „hasadással” kisméretű és karcsú sejtfarmákat is létesít, sőt azt is feltételezhetnénk, hogy a variabilitásban esetleg az ún. „heterózis-hatás” is közrejátszik.

Az elmondottak alapján indokoltnak látszik, hogy a csak ivartalan szaporodásukról ismert egysejtű növényeket a rejtett ivarosság lehetősége szempontjából is vizsgáljuk. Mindenesetre ha a rejtett szekszualitást feltételezzük, úgy a polimorfizmus, illetve variabilitás bizonyos jelenségeire magyarázatot is ta-

lálunk. Ha az ivariság lehetőségét elvetjük, úgy a rendkívül nagy formabeli változatosságra magyarázatot nem találunk.

Kétségtelen, hogy a most ismertetett nodosus *Ankistrodesmus* sejtek és az *Ankistrodesmus* közti formája morfológiailag nagyon elütnek azoktól az objektumoktól, amelyek mint taxonómiai egységek ismeretesek. Az ismertetett méret- és alakbeli különbségek azonban nem használhatók fel új faji kategória felállítására, hiszen a klon-kultúrákban pl. a nodosus-jelleg fokozatos csökkenését és eltűnését is lehetett észlelni. Viszont indokoltnak látszik az *Ankistrodesmus* taxonjainak experimentális, illetve genetikai irányú kiértékelése.

IRODALOM

- [1] BRUNNTHALER, J.: Protococcales. In Pascher's Süßwasserflora 5, p. 1—205. 1915.
- [2] CZURDA, V.: Morphologie und Physiologie des Algenstärkekorns. Beih. Bot. Zbl. 45, 1, p. 97—270, 1928.
- [3] CZURDA, V.: Experimentelle Analyse der kopulationsauslösenden Bedingungen bei Mikroorganismen. I. Untersuchungen an Algen (Spirogyra, Zygnema und Hyalotheca). Beih. Bot. Zbl. 51, 1, p. 711—762, 1933.
- [4] HORTOBÁGYI, T.: Újabb adatok a Balaton mikrovegetációjához. Dunántúli Tud. Intézet Kiadványai 10, p. 1—16, 1948.
- [5] KISS, I.: Egy Kirchneriella faj nagymérvű fragmentációval történő szaporodásáról. Szegedi Ped. Főisk. Évk. p. 117—132, 1956.
- [6] KISS, I.: A szőkealmi Sós-tavak mikrovegetációja. Szegedi Ped. Főisk. Évk. p. 39—72, 1960.
- [7] KISS, I.: Egy Ankistrodesmus faj variabilitásának experimentációs vizsgálata (kézirat).
- [8] KISS, I.: Egy Ankistrodesmus faj nagymérvű alakbeli variabilitásának, valamint sejtosztódási és sejtszétválasztási módjainak vizsgálata (kézirat).
- [9] KISS, I.: A Chlorella-ciklus fellépése a Kirchneriella és az Ankistrodesmus egyedi fejlődésében (kézirat).
- [10] KELLNER, K.: Die Adaptation von Ankistrodesmus braunii an Rubidium und Kupfer. (Dissertáció) p. 662—691.
- [11] KLEBS, G.: Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896.
- [12] KORSIKOV, O. A.: Визначник прісноводних водоростей української РСР V. Пріакліні Протококові (Protococcineae) Вакуольні (Vacuolales). та Протокові (Protococcales). Видавництво Академії Наук Української РСР, Київ — 1953.
- [13] LEMMERMAN, E.: Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. Hedwigia 37, p. 311, 1898.
- [14] McMILLAN, R.: Morphogenesis and polymorphism of Ankistrodesmus ssp. Jour. of gen. Microbiol. 17, p. 658—677, 1957.
- [15] OETTLI, M.: Recherches expérimentales sur cinq espèces élémentaires d'Ankistrodesmus. Bull. Soc. Bot., Genève 19, p. 1—2, 1927.
- [16] ONDRATSCHEK, K.: Experimentelle Untersuchungen über die Variabilität einiger Desmidiaceen. Planta 26, p. 226—246, 1937.
- [17] ONDRATSCHEK, K.: Über die „Variabilität“ farbloser Flagellaten. Beih. Bot. Zbl. 61, p. 277—309, 1941.
- [18] REVERDIN, L.: Étude Phytoplantonique, expérimentale et descriptive des eaux du Lac de Genève. Extrait des Arch. des Sciences physiques et Naturelles 1. p. 403—450, 1919.
- [19] VISCHER, W.: Sur le polymorphisme de l'Ankistrodesmus Braunii (Naegeli) Collins. Z. Hydrol. 1, p. 5, 1920.

О БОЛЬШОЙ ИЗМЕНЯЕМОСТИ РАЗНОВИДНОСТЕЙ *ANKISTRODESMUS* И В ОСОБЕННОСТИ ОБ ОБРАЗОВАНИИ УЗЛОВАТО РАСШИРЯЮЩИХСЯ (НОДОЗНЫХ) КЛЕТОК

И. КИШШ

1. Автор наблюдал в обществе *Ankistrodesmus falcatus* и *Ankistrodesmus Braunii* три раза очень изменчивые, стоящие между типами названных двух видов клетки. Изменчивость имела два главных направления: 1. Возникновение узловатого, нодозного характера, 2. большое колебание ширины клеток.

2. Изменчивость всегда обнаруживалась при естественных условиях (Pusztaföldvár, Harangos-ét 3-го октября 1938 года, Sóstó 20-го ноября 1938 года, у города Орош-хаза в Малом-тё с 12 января по 5 февраля 1952; два первых биотопа были солеными озерами, и вода третьего также показалась щелочной).

3. Таблицы I—VI показывают клетки из естественного биосестона Harangos-ét и Sóstó, а микроснимки VII—VIII из биосестона Малом-тё и из клоновой культуры собранного там материала. По числу узлов можно различать

а) Одноузловые или мононодозные клетки (табл. II. 7—8, табл. III. 1—8, табл. IV. 1—8).

б) Двухузловые или динодозные клетки (IV. табл. 9, Табл. V. 2—8).

в) Трех- и многоузловые, или три- и полинодозные клетки (Табл. V., 1., 9., Табл. VI. 1—7). Таблицы I—II. показывают *Ankistrodesmus falcatus* и *Ankistrodesmus Braunii*, и стоящие между этими двумя видами формы.

На первой картине таблицы VII. видна одна мононодозная клетка, которая стоит между *Ankistrodesmus Braunii* и *Ankistrodesmus falcatus* (ее отростки были очень длинные, но на картине не видны). Карт. 2.: снимок из биосестона Малом-тё с мононодозными клетками; Карт. 3.: культура исследованного клона на скоплении автоспор. Находящихся в пучке 8 клеток, несмотря на тождественное происхождение, не однообразны.

1. Микроснимок VIII. таблицы показывает промежуточную форму. Она широка, но и отростки ее длинные, иглообразные. Ее узел сравнительно неразвит. Карт. 2.: Клетка динодозного типа, из изоляции ее происходил один из исследованных клонов. Карт. 3.: Мононодозная клетка с нитеобразно тонкими, на концах загнутыми отростками. Из состарившей культуры. Карт. 4.: Налево мононодозная, сростная, направо с трехугольным узлом клетка.

4. В приписковом биосестоне 92—94% клеток *Ankistrodesmus* было безузловым и стоячим, то есть показывало главным образом свойства *Ankistrodesmus falcatus*. Соответствующих *Ankistrodesmus Braunii* широких клеток было мало. Вообще отмечалось, что узловые клетки были гораздо длиннее, чем клетки *Ankistrodesmus falcatus* и *Ankistrodesmus Braunii* из биосестона.

5. В клоне, образовавшегося из изоляции клетки, видной на 2. микроснимке табл. VIII., почти три четверти всех клеток развивались с нодозным характером, то есть нодозный характер, в определенной мере, показался закрепленным. Хотя большинство узловатых клеток обладало динодозным характером, но присутствующие одно- и безузловые клетки указывали на то, что передавалась тенденция к образованию узлов, а не их число.

6. Исследования, сделанные в потомстве клона показали, что узловый характер не мог быть результатом мутации, но нельзя было считать его также простой модификацией. Мы считали его явлением «закрепленной модификации», так как он показывался в ряде дальнейших поколений во все меньшей мере.

7. Узлы, после достижения определенной степени развития, вели себя как «акционные центры», которые характеризовались фрагментацией на неровного или кругловатого вида автоспоры. В них образовалось в течение сравнительно короткого времени гораздо больше автоспор, чем у типа, считанного правильным. Вещество плазмы, по видимому освобождалось из-под определенного торможения. Уширение и образование узлов клеток вызывались, по всей вероятности цитокинетическим торможением.

8. Если в культуре уже оформился узловый характер, то передача его осуществляется самым простым путем таким образом, что автоспоры неровного или кругловатого вида сами становятся зачатками узлов следующего вегетативного поколения кле-

ток. Отростки «происходят» из автоспоры, но их развитие является чаще всего значительно неровным.

9. Так называемые «межуточные формы» характеризуются тем, что средняя часть клетки широка, а отростки длинные и тонкие. Из них в потомстве клона обнаружены и безузловые, стройные и короткие клетки. Для объяснения этого явления надо предполагать существование скрытых половых процессов, которые — как это предполагается и у бактерий — могут привести к рекомбинативным механизмам. Если диплоидное состояние длится через несколько поколений то могут играть роль и другие явления гибридизации (интермедиальный гибрид, «гетерозиготное влияние»).

10. Узловатый *Ankistrodesmus* и его междуточная форма значительно отличаются от известных таксономических единиц. Но на основе различий в мере и форме нельзя установить особый таксономический объект. Но автор считает обоснованным экспериментально и генетически анализировать таксономические единицы *Ankistrodesmus*.

ÜBER DIE HOCHGRADIGE VARIABILITÄT DER ANKISTRODESMUS-ARTEN, MIT BESONDERER HINSICHT AUF DIE BILDUNG DER KNOTENARTIG VERBREITERTEN (NODÖSEN) ZELLEN

Von

I. KISS

1. In der Gesellschaft von *Ankistrodesmus falcatus* und *Ankistrodesmus Braunii* habe ich bei drei Gelegenheiten sehr variable und zwischen dem Typ der beiden Arten stehende Zellen beobachtet. Die Variabilität hatte zwei Hauptrichtungen: 1. Auftreten des nodösen oder knotigen Charakters, und 2. hochgradiges Schwanken der Zellbreite.

2. Die Variabilität zeigte sich bei allen drei Gelegenheiten unter natürlichen Verhältnissen (Pusztaföldvár, Harangos-ér, 3.10. 1938, Sóstó 20.11. 1938, Malom-tó bei Orosháza vom 12.1. bis 5. 2. Das Wasser der ersten zwei Biotope war natronhaltig, auch das Wasser des dritten Biotops erwies sich als basisch).

3. Die Tafeln I—VI zeigen Bilder von Zellen aus dem natürlichen Bioseston des Harangos-ér und des Sóstó die Tafeln VII—VIII zeigen Mikroaufnahmen von Zellen aus dem Bioseston des Malom-tó, bzw. der Klonkultur des dort gesammelten Materials. Je nach der Anzahl der Knoten habe ich unterschieden:

- a) Einknotige oder mononodöse Zellen (Tafel II, 7—8, Tafel III, 1—8, Tafel IV, 1—8),
- b) Zweiknotige oder dinodöse Zellen (Tafel IV, 9, Tafel V, 2—8),
- c) Drei- oder mehrknotige tri- oder polinodöse Zellen (Tafel V, 1, 9, Tafel VI, 1—7).

Die Bilder der Tafeln I—II zeigen die Typen von *Ankistrodesmus falcatus* und *Ankistrodesmus Braunii*, bzw. die zwischen den beiden Arten stehenden Formen.

Auf Tafel VII, Bild 1 ist eine mononodöse Zelle zu sehen, die zwischen *Ankistrodesmus Braunii* und *Ankistrodesmus falcatus* steht (die Fortsätze waren sehr lang, sind aber auf dem Bild nicht sichtbar). Bild 2: Aufnahme aus dem Bioseston des Malom-tó, mit mononodösen Zellen; Bild 3: Eine Zellgruppe des untersuchten Klons, auf einer Anhäufung von Autosporen angesiedelt. Die 8 Zellen des Bündels sind trotz ihrer gemeinsamen Herkunft nicht gleich.

Tafel VIII, Mikroaufnahme 1 zeigt eine Mittelform. Die Zelle ist breit, aber auch die Fortsätze sind lang, nadelartig. Der Nodus dagegen ist verhältnismäßig schwach entwickelt. Bild 2: Zelle dinodösen Charakters; aus der Isolierung derselben stammte einer der eingehend untersuchten Klone. Bild 3: Mononodöse Zelle mit fadenartig dünnen und an den Enden gebogenen Fortsätzen. Aus einer hingealterten Kultur. Bild 4: Links eine mononodöse, schlanke, rechts am Rand eine mit einem dreieckigen Nodus versehene Zelle.

4. In dem Bioseston des Fundorts waren 93—94% schlanke Zellen ohne Nodus, d. h. sie zeigten meist den *Ankistrodesmus falcatus*-Charakter. *Ankistrodesmus Braunii* entsprechende breite Zellen gab es wenig. Es war im allgemeinen auffallend, daß die nodösen Zellen ziemlich länger waren als die Zellen von *Ankistrodesmus falcatus* und *Ankistrodesmus Braunii* Individuen des Biosestons.

5. Die auf Tafel VIII, Mikroaufnahme 2 befindliche Zelle wurde isoliert; beinahe 75% der Zellen des Klonen entwickelten sich nodös, d. h. der nodöse Charakter zeigte sich bis zu einem gewissen Grad stabil. Die knotigen Zellen waren zwar meist von dinodösem Charakter, aber die übrigen mononodösen und keinen Nodus aufweisenden Zellen wiesen darauf hin, daß nicht die Zahl der Noden, sondern nur die Tendenz der Nodus-Bildung weitergegeben worden war.

6. Nach den Untersuchungen die an den Klon-Nachkommen angestellt wurden konnte der nodöse Charakter nicht das Ergebnis einer Mutation sein, konnte aber auch nicht eine einfache Modifikation darstellen. Wir betrachteten sie als „Dauermodifikation“-Erscheinung, da der Charakter sich im Laufe der Generationen in immer kleinerem Maße zeigte.

7. Die Noden erschienen, nachdem die Zellen einen gewissen Entwicklungsgrad erreicht hatten, als „Tätigkeits-Zentren“, für welche sich die Fragmentation zu unregelmäßigen oder rundlich geformten Autosporen charakteristisch erwies. In diesen entstanden in relative kurzer Zeit viel mehr Autosporen, als bei dem als regelmäßig angenommenen Teilungstyp. Es schien, als ob das Plasmamaterial der Zelle hier von einer gewissen Hemmung befreit worden wäre. Die Verbreiterung der Zellen und die Knotenbildung waren wahrscheinlich von einer zytokinetischen Hemmung verursacht worden.

8. Wenn sich der nodöse Charakter in einer Kultur schon ausgebildet hat, so geschieht die Weitergabe desselben auf die einfachste Weise so, daß die rundlichen oder unregelmäßig geformten Autosporen selbst zu den Ansätzen der Noden der folgenden vegetativen Zellgeneration werden. Die Fortsätze „stammen“ aus der Autospore, aber ihre Entwicklung ist meistens bedeutend inäqual.

9. Für die sog. „Mittelformen“ ist es charakteristisch, daß der mittlere Teil der Zelle breit ist, die Fortsätze aber lang und dünn verlaufend. Aus diesen Klon-Abkömmlingen haben sich auch schlanke und kurze Zellen entwickelt. Um diese Erscheinung erklären zu können, muß man das Vorhandensein verborgener Geschlechtsvorgänge voraussetzen, die — wie es auch von den Bakterien angenommen wird — zu rekombinativen Mechanismen führen können. Wenn der diploide Zustand eventuell mehrere Generationen hindurch dauert, dann können auch andere Erscheinungen der Hybridisation vorkommen (intermediär-hybrid, „Heterozygoten-Wirkung“).

10. Die Zwischenform des nodösen *Ankistrodesmus* und des *Ankistrodesmus* weicht zwar sehr von den bekannten taxonomischen Einheiten ab. Aber es erscheint unbegründet, auf Grund von Maß- und Formverschiedenheiten ein besonderes taxonomisches Objekt aufzustellen. Dagegen erscheint die experimentelle und genetische Auswertung der taxonomischen Einheiten von *Ankistrodesmus* begründet.